LIMITE CARE DESCHID

Eseuri despre o lume avidă de înţelesuri şi copleşită de complexitate

Gheorghe M. Ştefan

Prolog

Nu putem pune în comun decât intersecţia visurilor noastre

Practicarea oricărei profesii te poate duce în preajma graniţelor ei, acolo de unde se întrevăd spaţiile celorlalte meserii, dar şi spaţiul dominat de mirare, îndoială, sugestie sau gesturi insolite. Este spaţiul în care încercarea este regulă şi reuşita miracol. Acolo încercăm şi suntem încercaţi. A poposi uneori în acest loc este un reflex pe care nu ţi-l poţi reprima decât cu riscul gândului frustrant că acela este spaţiul tău. De aceea, scurte incursiuni în lumea încercărilor reuşesc să-ţi dea imaginea reconfortantă că posezi un modest loc ce nu-ţi aparţine, într-un spaţiu în care ideea de "loc" este stupidă.

Există profesiuni care, prin natura lor, dar şi prin conjuncturi momentan favorabile, se află în poziţii privilegiate, prin bune vecinătăţi, dar mai ales printr-o lungă şi sinuoasă graniţă cu lumea inefabilă a încercării.

Mai mult, unele domenii nu pot să-şi atingă viteza normală de evoluţie decât violând imprevizibil, dar obsedant, domeniul în care traiectoria haotică atinge inexplicabil ţinte la care un demers sistematic are şanse minime să ajungă.

Spaţiul liber dintre profesii a fost asimilat cu unul interdisciplinar, dar el este cel al încercării, în care pătrundem cu speranţa că regulile ce guvernează un domeniu pot fi suspendate prin supunerea la gânduri mai profunde care leagă şi dezleagă altfel lucrurile. Tot aici, în domeniul ne-regulii, sperăm să găsim punctul de sprijin pentru a înfrânge îndărătnicia cu care unele lucruri nu se lasă devoalate, iar altele nu se articulează.

Dar în lumea încercării nu se poate veni de niciunde. Trebuie, mai întâi, să te fi chinuit îndelung, încercând coerent să găseşti sau să construieşti ceva. Altfel, nu vei fi relaxat în nesigura lume a gândului şi acţiunii gratuite, pentru simplul motiv că nu ai unde să te întorci. Dacă ai de unde veni, dar, mai ales, dacă ai şi o ţintă "clară", o rătăcire în domeniul ne-regulii este bună pentru că uneori ocoleşte, chiar cu neştiinţă, un loc rău.

Cuprins

Prolog

LIMITE CARE DESCHID
Nostalgia formalului
Inteligenţa artificială - un nou pas spre sincronizarea gândului
Aşteptând anul 2000
Limita ca valoare
Blestemul limitei

INFORMAŢIA - ÎNTRE CONCEPT ŞI ILUZIE
Ştim ce este informatica?
Teoria algoritmică a informaţiei
Conştientizarea limitelor în informatică
De la gândirea structurală la cea funcţională în electronica modernă

JOCUL CA ATITUDINE
Dialectica - între ştiinţă şi filosofie
Comentariu la un titlu
Experimentul în lumea formalului

ROSTUL RESTULUI
Simbol şi acţiune
Există o constantă universală a cunoaşterii?
Informatica şi triada spiritualitate-culturi-civilizaţie
Coerenţa mentalului şi formalului în experiment
Alternativa dualitate-unitate: paradox al raţionalismului?
Imaginarul: prăpastie sau punte între ştiinţă şi filosofie?
Simbol - Haos - Semn

Referinţe

LIMITE CARE DESCHID

Blestemul limitei

În cadrul[1] oferit de stupefiantul parc englezesc al unui colegiu oxonian, dominat de închiderea în care acesta cuprindea deschiderea către universul în care omul se iluzionează cu gândul că spiritul său este liber, ascultam, într-o splendidă dimineaţă de toamnă, pe S. A. El îmi explica felul în care omul îşi deleagă dreptul şi funcţia ce-i asigură existenţa într-o comunitate democratică, unui *reprezentant* ce devine parte a unei structuri politice destinate reglării mecanismelor şi interacţiilor sociale. Stimulat, poate, de concentrarea oferită de un spaţiu care se închide pentru a se putea, în acelaşi timp, deschide, am realizat că delegarea despre care mi se vorbea nu era de fapt decât tot o exteriorizare[2] în sensul celor pe care omul le face în tehnosferă şi etnosferă. De această dată spaţiul generat prin exteriorizare este cel al politicului. Pornind de la această observaţie se poate împlini un gând care aruncă o nouă lumină asupra înţelegerii a ceea ce omul este.

În timp ce parcul englezesc se delimitează printr-o vegetaţie abundentă pentru a putea lăsa în centru un spaţiu liber, cel mult accidental marcat de un copac stingher, omul se deschide prin exteriorizare pentru a-şi oferi o bună închidere prin concentrarea asupra esenţei sale atemporale. Este vorba de două procese distincte: omul se deschide pentru a se putea închide, pe când produsul său în comunitatea ce exersează superior empiricul - parcul englezesc - se închide pentru a se deschide. Omul se izolează punând în comun, în intervalul deschis dintre indivizi, tot ceea ce-l limitează. Ne izolăm unii de ceilalţi prin obiectele create, prin gândurile şi deprinderile întrupate în cultură sau prin exersarea anumitor relaţii în arena politică.

O posibilă definiţie a omului ar fi atunci aceea ce-l prezintă ca pe o fiinţă care-şi exteriorizează treptat toate capacităţile şi deprinderile ce se află sub **blestemul limitei**. Suma tuturor acestor exteriorizări formează *lumea* omului ce include, printre altele, etnosfera, tehnosfera, spaţiul politicului . . . . Lumea se desfăşoară în spaţiotemporalitatea ce permite tuturor celor limitate să-şi atingă limitele.

Ceea ce-i predispus la limitare se împlineşte numai prin atingerea limitei. În om spectrul limitei poate apare dar nu se poate împlini. Tocmai acest spectru se pare că se află la originea tendinţei naturale de exteriorizare, de segregare într-un spaţiu exterior omului. Astfel, lumea omului se constituie ca un spaţiu în care se împlinesc limitări ce, prin

[1] Acest text a fost publicat în *Academica*, nr. 4(16), februarie 1992.

[2] Termenul de *exteriorizare* este preluat de la A. Leroi-Gourhan [Gourhan '64]. Acest mecanism permite ca o serie de funcţiuni utile omului să fie realizate prin mijloace care presupun structuri exterioare acestuia. Se evită astfel o supraspecializare a organelor umane. Unghiile nu degenerează în gheare pentru a permite dezgroparea unor rădăcini comestibile; acestea vor fi recoltate cu ajutorul unor unelte specifice, în care funcţia de a scurma pământul se exteriorizează. Scrisul permite exteriorizarea parţială a funcţiei de memorie. Calculatoarele preiau o parte din activităţile intelectuale, permiţând creierului să-şi exerseze funcţiuni superioare, neformale. Prin diferitele exteriorizări omul devine *liber* pentru a exersa funcţiuni specifice.

acţiunile oamenilor, sunt de neevitat. Numai în această lume, a limitelor împlinite, sau în curs de împlinire, omul se poate manifesta liber, cu toate nelimitările şi neâmplinirile sale.

Esenţa omului este aspaţială şi atemporală neputând fi prin aceasta parte a unui tot. Filosoful Constantin Noica sesiza viul acolo unde partea reprezintă mai mult decât totul[3], iar matematicianul Gregory Chaitin, dintr-o perspectivă mai riguros fundamentată, gândea viul ca fiind acea porţiune a existenţei unde informaţia conţinută într-o parte a unui ansamblu poate fi mai mare decât a acestuia din urmă[4]. Îndrăznim să avansăm ipoteza că astfel de comparaţii, chiar dacă sunt valabile într-o anumită măsură, dau o imagine sărăcită asupra viului şi una eronată asupra omului. Umanul, în ceea ce are esenţial, nu suportă comparaţii cantitative. Omul nu poate fi parte a ceva, esenţa lui neputând suporta delimitări spaţiotemporale sau informaţionale el nu comportă o definiţie ce se bazează pe o comparaţie. Sugestiile oferite de cei doi autori, anterior menţionaţi, pot rămâne valabile în mare măsură pentru domeniul viului, poate şi al fiinţei, dar nu pot fi extinse asupra omului.

Omul are tendinţa de a se lăsa pradă ilimitărilor ce-l domină şi-i permit să se concentreze, debarasându-se, prin exteriorizări succesive, de comportamente ce intră sub spectrul limitei. Putem sesiza chiar excese în anumite spaţii culturale. În acest sens am putea spune că, cel puţin în cultura occidentală, omul a exagerat în relaţia pe care ar fi normal să o exerseze cu sacrul, prin delegarea, oferită de tradiţia creştină, sub forma unei exteriorizări atrofiante. Instituţionalizarea unei relaţii atemporale nu poate avea drept consecinţă decât o sărăcire a omului care este privat de o posibilitate ce nu im-

[3]În încercarea de a fundamenta o logică prin care se poate da socoteală şi de porţiuni ale existenţei ce depăşesc structuralul şi purul formal, Constantin Noica construieşte o logică în care partea poate conţine cât sau chiar mai mult decât întregul [Noica '86]. O logică prin care ne putem apropia de înţelegerea viului implică preponderenţa părţii asupra întregului. Astfel avem, după C. Noica, o şansă de a ne aprpia de înţelegerea viului. Din textul citat reţinem:

> *"Faţă de teoria obişnuită a mulţimilor, în care partea "aparţine" întregului, sau un element aparţine mulţimii după cum o submulţime "se include" în ea, acum elementul, ca şi submulţimea, poartă cu ele întregul. (Aceasta şi înseamnă "a înţelege"- cu acel demers de gândire socotit caracteristic pentru ştiinţele omului- anume: a vedea întregul în parte)."* (pag.144)

De ştiinţele spiritului şi demersurile omului ne putem apropia bazaţi tot pe o nouă logică. Citătm, în acest sens, din acelaşi text:

> *"O logică a lui Hermes ar avea sens cel puţin pentru ştiinţele spiritului: a "înţelege", cum voia Dilthey, filosoful culturii care face deosebirea între ştiinţele naturii şi cele ale spiritului, înseamnă tocmai a vedea întregul în parte sau a interpreta întregul prin parte. Iar aşa "înţelegi" şi demersurile omului, în economie, artă, morală, religie."* (pag. 25)

[4]Gregory J. Chaitin, matematician american, contribuie esenţial la dezvoltarea unei teorii algoritmice a informaţiei. Din perspectiva acestei teorii, el pune în discuţie şi esenţa viului [Chaitin '70, '77]. Din cea de a doua lucrare citătm:

> *"There is such an enormous difference between dead an organized living matter that it must be possible to give a quantitative structural characterization of this difference, i.e. of the degree of organisation. One possibility is to characterize an organism as a highly interdependent region, one for which the complexity of the whole is much less than the sum of the complexity of its parts."*

În accepţiunea lui Chaitin complexitatea unei structuri este strict legată de informaţia pe care ea o conţine.

plică o limită. Accesarea sacrului prin intermediul unei instituţii apărute în etnosferă este desacralizantă, punând omul într-o poziţie proastă în raport cu existenţa. Sacrul exteriorizat implică o relaţie trunchiată, redusă la ceea ce în el este neesenţial. În mod normal, eliberarea oferită de exteriorizările bune, trebuia să sprijine o cât mai consistentă şi nemijlocită cale de acces către profunzimi[5].

Deschiderea presupusă de exteriorizare are drept consecinţă închiderea în sine ce permite *introdeschiderea*[6]. Prin aceasta umanul se găseşte rupt între deschiderea către *lumea omului*, şi introdeschiderea către *profunzimile existenţei*. Omul rămâne suspendat între deschidere şi introdeschidere, într-un efort disperat de individualizare, de concentrare sau regăsire.

Se pare că omul, pornind din natură şi sub presiunea limitelor interioare pe rând conştientizate, a construit lumea, iar acum, eliberat, aspiră la profunzimile existenţei într-o manieră ce depăşeşte conştientul. Accesul la profunzimi ar permite împlinirea viselor magicienilor[7] de a umbla la legile Universului Nostru în tentativa de a declanşa "un nou experiment existenţial"[8]. Această posibilitate a fascinat minţile tuturor timpurilor. Am putea vorbi de o stare de *supraconştienţă* în momentul în care profunzimea este percepută şi de una de *transconştienţă* atunci când s-ar pune problema acţiunii în această zonă. Dar acţiunea este legată de sincronizarea gândului[9] ce asociază supraconştienţei starea de *supraconştiinţă*, iar transconştientul starea de *transconştiinţă* ca un reflex al comuniunii umane. Comunitatea este aceea care permite tranziţia de la conştienţă la conştiinţă. Supra sau transconştiinţa nu pot depăşi nivelul comuniunii, deoarece în raport cu profunzimile existenţei, etic nu se poate acţiona decât într-o comuniune. În spaţiul

[5]Termenul de *profunzime* îl folosim în sensul ce-i este conferit în lucrările lui Mihai Drăgănescu [Drăgănescu '79, 85]. Accesul către profunzimile existenţei (preferăm să vorbim de *profunzimile existenţei* şi nu de *profunzimile lumii materiale*, credem că de comun acord cu autorul citat) se realizează în cadrul Inelului Lumii Materiale pe calea *introdeschiderii*. În Universul Nostru, se pare că numai omul are acces pe această cale.

[6]Vezi nota anterioară.

[7]H. de Balzac, în cel de al treilea studiu dedicat Caterinei de Medicis [Balzac], evocă visul dintotdeauna al magicienilor alchimişti care, numai în ochii mulţimii căutau să fabrice aur, dar de fapt, ei încercau să acceseze locul din care puteau schimba legile lumii în care trăiau.

[8]În "Profunzimile lumii materiale" M.Drăgănescu consideră că posibilitatea accesului, prin introdeschidere, la profunzimile existenţei va

> *"da drepturi mari asupra naturii, posibilităţi nelimitate de creaţie, atât de depline încât s-ar putea să hotărâm un nou experiment existenţial, un nou univers cu legi pe care noi le vom fi imprimat în "general ortoexistenţei."* (op. citate, pag. 205)

[9]Libertatea dobândită prin exteriorizarea unor funcţii intelectuale sub forma inteligenţei artificiale permite gândului o superioară sincronizare în comunicarea celor ce ar acţiona, prin introdeschidere, in profunzimile existenţei (conform "Inteligenţa artificială - un nou pas spre sincronizarea gândului", în acest volum). Spuneam în textul citat că

> *"într-o lume în care formalul este ostracizat în tehnosferă vor exista şi vor convieţui, sincronizaţi în gând, oameni cu adevărat noi."*

Din acelaşi text transcriem:

> *"Sincronizarea în faptă permite acţiunea oamenilor în Universul Nostru, sincronozarea în gând ar putea permite acţiunea în existenţă la palierele cele mai profunde...."*

Percepţia profunzimilor poate fi realizată individual, dar acţiunea în profunzime presupune masa critică a comuniunii celor sincronizaţi în gând.

comunităţii riscurile sunt mult prea mari pentru un demers în care chiar ideea de implicaţie pare pusă în discuţie.

Conştienţa de sine urmată de conştiinţa umanităţii l-ar lăsa pe om la mijlocul drumului. Supraconştienţa, stârnită de perceperea propriului daimonion[10], declanşează împlinirea omului la adăpostul oferit de portalul unei case, într-un spaţiu ce este numai parţial delimitat. Într-o casă sau în mijlocul drumului nu se realizează echilibrul între o închidere totală şi o deschidere nelimitată[11]. Înţeleptul, sprijinit de un tehnoobiect, cu gândul la contactul cultural oferit de etnosfera întrupată într-o comuniune ce-l aştepta, la limita dintre o închidere şi o deschidere, trece într-o stare de supraconştienţă pe care va încerca, nu putem şti cu cât succes, să o transforme într-una de supraconştiinţă, odată ajuns în mijlocul celor ce-l aşteptau.

Subconştientul şi inconştientul se află *dincoace* de om. *Dincolo* de omul conştient se află supra şi transconştienţa. Poate ar fi mai bine să căutăm esenţa omului, nu în inconştient sau în subconştient unde riscăm să aflăm numai reflexe ale naturii şi ale lumii generate prin exteriorizarea umanului limitat, ci în posibilităţile oferite de percepţia supraconştientă şi acţiunea transconştientă.

Prea mult omul s-a manifestat şi se manifestă ca o fiinţă dezechilibrată prin pierderea în lume, într-o porţiune din existenţă pe care tot el a generat-o prin exteriorizare. La o analiză superficială am fi tentaţi să apreciem că nu este rău ca omul să se concentreze într-un spaţiu al omului. Dar, din păcate, este vorba de un spaţiu în care sunt depozitate componente ce nu ţin de esenţa lui; umanitatea se regăseşte aici maximum diluată.

Reechilibrarea omului presupune exersarea accesului în spaţiile supra şi transconştienţei. Subconştientul şi inconştientul sunt epuizate prin contactul, direct sau indirect, cu natura şi lumea. Natura este un produs secund al existenţei, iar lumea, în egală măsură, unul derizoriu al umanităţii ca parte a fiinţei.

Ca orice mecanism spectaculos şi de mare eficienţă, cel al exteriorizărilor nu este lipsit de excese sau nu este ferit de pericole. Un exemplu a fost deja amintit: crearea prin exteriorizare a unui spaţiu instituţional asociat sacrului. S-ar putea da şi altele, poate mai puţin grave, dar la fel de evidente. Orice manifestare culturală în care este maximizată performanţa, inhibă tendinţa firească ce ar permite exersarea respectivei deprinderi la nivelul indivizilor medii, cu un efect purificator mai consistent. Este mult mai important ca muzica, spre exemplu, să fie practicată cu performanţe moderate în cât mai multe familii decât ca majoritatea familiilor să poată avea acces la ea prin intermediul interpretărilor impecabile, înregistrate pe discuri compacte sau video-casete. Atunci când comportamentul artistic degenerează în spectacol, se produce o scindare, de o parte rămânând o imensă masă uniformizată de spectatori pe care pasivitatea îi inhibă şi-i atrofiază. În artă nu performanţa ci participarea activă este esenţială. Spectaculosul

[10] [Platon B, 174d - 175d]

[11] Un spaţiu în care se regăseşte o închidere cu o deschidere este şi acela al pridvorului din arhitectura românească laică sau bisericească. Se poate cita în acest sens Lucian Blaga cu capitolul "Pitoresc şi revelaţie" din "Spaţiul mioritic" [Blaga '69], din care reţinem:

> *"Acest duh al împreunării celor două lumi, şi al legării lor, se manifestă în diverse chipuri, şi e omniprezent în lumea românească... Aceeaşi funcţie mijlocitoare între spaţiul intern şi lumea dinafară îl are peristilul, pridvorul atâtor biserici româneşti de aproape pretutindeni. Pridvorul, examinat mai de aproape în rosturile lui, răspunde unui sentiment metafizic, care cere o legătură între natură şi lumea de dincolo, sau cea lăuntrică a spaţiului ritual."* (pag. 197)

şi performanţa rezultă din tendinţa de a ne subjuga, imobiliza în atitudinea spectatorului pasiv şi din ce în ce mai incapabil de o receptare autentică. Receptăm din ce în ce mai mult performanţa (superbele acute ale lui Pavarotti) şi din ce în ce mai puţin reuşim să amorsăm trăiri individuale. Ceea ce ar rămâne ilimitat în fiecare dintre noi se limitează la performanţă în exteriorul nostru, chiar dacă această performanţă este autentică.

Lumea pe măsură ce se constituie îl predispune, chiar îl incită pe om la exces. Structura ei este mai simplă, mai dinamică şi are o autonomie ce poate surprinde omul mediu, pradă uşoară tentaţiei de a se lăsa complet subjugat de un spaţiu al trăirilor superficiale. În ilimitarea sa interioară omul nu poate fi excesiv în măsura în care o poate face în strictele limite ale lumii. Existenţa limitei, percepută in lume, predispune la gestul prin care, în inconştienţa noastră, tindem să ne măcinăm fiinţa în preajma ei. Lumea tinde să ne domine prin sărăcia ce-i este conferită de sistemicitatea ei formal-structurală. Nu putem veni în lume cu tot ceea ce suntem pentru că ea nu ne poate astfel cuprinde şi, cum am pierdut deprinderea de a ne întâlni semenii altundeva decât în lume, rămânem atraşi de ea şi mai ales, reduşi la ea. Ilimitările cu care am rămas încărcaţi sunt puternic stingherite de limitele ce s-au împlinit în lumea ce ne este exterioară şi totuşi prea aproape.

Septembrie 1991

Limita ca valoare

Delimitare şi eficienţă

La un moment[12] dat şi dintr-o anumită parte a lumii, oamenii au început să fie obsedaţi de găsirea unor căi *rapide* şi *sigure* pentru a evolua. Cel mai sigur mod de a-ţi croi o cale rapidă este acela care presupune *delimitări* cât mai nete. Şi astfel, orice demers debutează prin delimitări din ce în ce mai riguroase, spaţiile conceptuale sunt dominate de opoziţii extreme, întrupate în dualităţi ireconciliabile. Dacă, la Platon, spre exemplu, *Binele* domina solitar, la numai câteva secole, gândurile, ce încercau să dea socoteală asupra existenţei, se aflau sub incidenţa *opoziţiei dintre Bine si Rău*. Atunci când delimitări rigide caracterizează resorturile intime ale gândului, obsesia *Adevărului* determină intransigenţe în faţa cărora *adevărurile fiecăruia* pălesc, înregimentarea devine posibilă, magistralele gândirii trebuiesc croite, pentru a putea mărşălui sincronizaţi în faptă - nu în gând - la lumina Adevarului Unic. Omului nu-i rămâne decât să accepte dedublarea, exterior impusă, într-un comportament *spiritual* si unul *raţional*. Această disociere, urmată de altele, va sfâşia individualitatea şi va atrofia comportamente fireşti[13]. Tot ceea ce omul occidental a creat în ultimele două milenii este marcat, în bine sau în rău, de această tendinţă a *disocierii*. Fără a intra aici în detalii, putem menţiona că, dacă modelele cu tentă raţională au fost marcate de *dualităţi* semnificative, cele spirituale au fost şi sunt dominate de o *ciclicitate ternară*, în care delimitările se manifestă la fel de net. *Dualismul* gnostic, spre exemplu, prin tendinţa lui raţională se opunea eretic, spiritualităţii creştine dominate de Sfânta Treime.

Dar *orice demers care debutează printr-o delimitare, se va împlini numai prin limitare*. În acest sens, *limita devine o valoare*, pentru că permite, justifică sau impune căutarea unor noi căi. Raţionalitatea şi, în egală măsură, spiritualitatea occidentală îşi ating, în acest sfârşit de mileniu, limite spectaculoase ce prefigurează, dincolo de ele, o nouă epocă. Deasupra distincţiei dintre raţional şi spiritual s-ar putea ca Adevarul Unic să nu-şi mai găsească rostul într-o lume în care existenţa nu va mai fi percepută prin dualisme raţionale sau triade spirituale.

[12]Publicat în *Revista de filosofie*, Tom XL, nr. 2, martie-aprilie 1993. Comunicare la simpozionul "Valorile ştiinţei contemporane", organizat de Academia Română în 8-9 decembrie 1992.

[13]Isaac Newton este un raţionalist perfect în aproape toată opera publicată în timpul vieţii şi surprinzător în majoritatea manuscriselor nepublicate, unde îndoielile sale cu privire la calea exclusiv raţională de a înţelege realitatea sunt evidente.

Ludwig Wittgenstein are o evoluţie net disjunctă în a doua parte a carierei sale, în care se îndepărtează de la formalismul şi rigoarea ce emanau din *Tractatus*.

Noam Chomsky, creatorul teoriei gramaticilor generative, folosită în fundamentarea ştiinţei calculatoarelor, după 1970 devine din ce în ce mai preocupat de abordarea filosofică a problemelor limbajului sau de o filosofie realizată din perspectiva limbajelor, dovedind o deschidere spirituală mult mai largă decât un umanist, prin formaţie şi carieră, ca Jean Piaget [Piatelli-Palmarini '82].

Secolul ce urmează nu va fi unul al spiritualităţii, pentru că aceasta ar presupune, în continuare, segregarea comportamentului spiritual faţă de cel raţional şi, în consecinţă, nu ar implica un alt mod de fiinţare decât cel al ultimelor două milenii occidentale. Tranziţia pe care o presimţim ne va situa deasupra acestei alternative, în tentativa de a reunifica atitudini si comportamente abuziv disociate în virtutea unei ideologii a evoluţiei sigure şi rapide.

Limite ale raţionalismului dar şi criza spiritualităţii

În lumea occidentală ştiinţa si tehnologia nu s-au putut sustrage modului de gândire anterior descris, cu consecinţe ce se împlinesc, în acest sfârsit de secol şi, sperăm, epocă, prin descoperiri care dezvăluie limite fundamentale, forţând, în acelasi timp, noi căi de evoluţie. Niciodată limitele nu s-au constituit în valori într-o manieră mai spectaculoasă ca în perioada pe care o parcurgem. Modul de manifestare extrem al ştiinţei şi tehnologiei este legat de alternativa formal-neformal, din care, acestea două, au cultivat cu obstinaţie formalul. Ştiinţa s-a dezvoltat formal, iar tehnologia a promovat, cu succese remarcabile, formal-structuralul, încurajând o atitudine de încredere nelimitată în posibilităţile de evoluţie ale acestor domenii. Chiar dacă neformalul nu este complet eludat în evoluţia ştiinţelor şi tehnologiilor, ele au aspirat tot timpul către împlinirea în formal. Ştiinţa se conturează riguros sistemic, iar tehnologiile permit realizarea unor sisteme din ce în ce mai complexe.

Astăzi, ştiinţa şi tehnologia au un rol foarte important în evidenţierea crizei abordării de tip sistemic, criză care nu este numai a lor, dar la nivelul lor se manifestă pregnant şi, prin aceasta, eficient. Crizele din zona preponderent spirituală a comportamentului uman se manifestă mai puţin net şi-şi găsesc mai uşor căi de eludare, mai mult s-au mai puţin reale. O criză spirituală este, de regulă, a unei comuniuni şi poate iradia deformat în comunitate. O criză în domenii raţional impuse este, din start, a unei comunităţi şi se poate manifesta ca atare, mai puţin distorsionată de un proces de iradiere necontrolabil, ca în cazul anterior. Din acest motiv, o criză spirituală poate căpăta la un moment dat, un caracter peren, dar benign, pe când o criză în spaţiul care funcţionează cu rigoare formal controlată, nu va putea fi tolerată sau eludată mult timp. De multă vreme artiştii şi filozofii ne-au atras atenţia asupra limitelor atitudinii excesiv de riguroase pe care o au oamenii de ştiinţă în înţelegerea realităţii, dar un astfel de gând nu se va impune decât atunci când, în lumea celor formal şi raţional instituite, va putea fi măsurată amploarea acestui fapt.

Ultimele două milenii de vieţuire sub spectrul disocierii ne-au deformat în aşa măsură încât, în lumea noastră occidentală, nu se mai pot impune decât adevărurile raţional instituite. Din acest motiv criza generală a lumii occidentale este sortită manifestării şi împlinirii spectaculoase în zona raţională a comportamentului uman. Dar, trebuie să avem luciditatea de a nu vedea în aceasta numai o criză a raţionalismului, ci una, mai amplă, ce atinge, în egală măsură, comportamentul spiritual. Evidenţa crizei raţionalismului, formalismului, structuralismului, abordării sistemice şi a derivatelor lor, maschează o criză mai profundă, pe care nu o putem percepe, ca atare, în spaţiul comunitar, dar care este deosebit de acută la nivelul individului, cu şanse de manifestare coerentă, cel mult, în cadrul unor comuniuni.

Vorbim explicit despre o criză a structural-formalului, dar, cu acest prilej, abordăm implicit o criză mai extinsă. În ştiinţă putem, deja sau în fine, să evaluăm riguros nişte

limite al căror sens şi, în consecinţă, *valoare* pentru criza mentalităţii occidentale depăşeşte mult domeniul în care ele apar. Aceasta este, cred, şi rostul pe care-l are discutarea lor într-un mediu mai larg decât al oamenilor de ştiinţă.

Expresivitatea fragmentului

Vom încerca justificarea, măcar parţială, a unor afirmaţii, poate prea tranşante, anterior făcute, într-o manieră *fragmentară* nesistematică (deci în spiritul lor). Este un exerciţiu, care ar putea degenera în metodă dacă elogiul fragmentului, întrupat în ultima carte a lui Gabriel Liiceanu, va avea audienţa pe care, după părerea mea, îl merită [Liiceanu '92]. Discursul care încearcă să depăşească ştiinţificul, pe calea către filosofie, trebuie să-şi apropie o expresivitate care tinde către sugestia, tipică demersului neimperativ pe care filosofia-l presupune. Celui ca mine, neexersat, fragmentul îi oferă şansa de a fi sugestiv. (Pentru cei exersaţi, este prilej de virtuozitate).

Vom începe cu o serie de fapte caracteristice mentalităţii ce se cere depăşită şi vom încheia cu atitudini ce prefigurează depăşirea crizei.

Limitarea la concept

Formarea unui *concept* presupune un proces de " filtrare" (vezi anexa A1) prin care se realizează *delimitări*, practic imposibile, dar mental acceptate. Astfel spaţiul mentalului începe să adăpostească, mai mult înspre folosul comunităţii, o lume a conceptelor şi a construcţiilor conceptuale. De la început şi mai apoi, apar şi se dezvoltă anumite incompatibilităţi, de care nu vom scăpa decât după o îndelungată folosire păgubitoare.

Iluzia că un nume se poate substitui infinitului

Un prim exemplu este legat de conceptul de pătrat, care odată cristalizat îl implică pe cel de diagonală a pătratului. Dacă latura pătratului are lungimea exprimabilă prin numărul a, atunci diagonala lui are o lungime de nerostit într-un timp finit. Riguros vorbind lungimea diagonalei nu-şi poate găsi o expresie într-un timp şi spaţiu finite. Aceasta nu a împiedicat omul să exprime lungimea diagonalei inventând un nume *finit* asociat unei expresii infinite: $a\sqrt{2}$. Aşa apare $\sqrt{2}$, care nu exprimă decât o cale, un algoritm, care ne duce, într-un timp nefinit, la calculul diagonalei. Acest simbol se constituie într-un *nume* finit asociat, ilicit, unei expresii infinite.

Prin jocul formelor pure, apar, în spaţiul mentalului, *concepte*, să le spunem *secunde*, care nu au nici o corespondenţă în afara minţii omului. Creşte, astfel şi nu numai astfel, o lume a formalului care poate fi uneori utilă, dar până la urmă se dovedeşte a fi lipsită de sens, dacă nu chiar de semnificaţie[14].

Negarea ca metodă

Lumea conceptelor sporeşte uneori prin acţiunea unor mecanisme formale destul de uşor de evidenţiat, care se dovedesc, în acelaşi timp, neconsistente cu realitatea. Unul ar fi cel al *negaţiei*, sprijinit de gândul că dacă ceva există, şi opusul său este în egală măsură

[14]Vezi primul citat din Umberto Eco în "Inteligenţa artificială - un nou pas spre sincronizarea gândului", din acest volum.

justificat. Este vorba de obsesia disociantă ce ne domină mentalitatea. Astfel, spre exemplu, pare perfect natural, din această perspectivă, ca, dacă sesizăm porţiuni *finite* ale realului, să ne imaginăm că şi atributul de *infinit* va putea fi asociat unei realităţi. Dacă finitul pare să fie un concept cu o semnificaţie acceptabilă, consistentă, eventual, cu realitatea, infinitul este o construcţie pur mentală, rezultată prin aplicarea unei reguli rudimentare. Printr-un mecanism similar, *discontinuul*, probabil în realitate, a generat conceptul de *continuu*. Aceste concepte şi altele asemănător obţinute, utilizate cu grijă, por sprijini anumite reprezentări sau procese mentale, dar cu siguranţă, prin ultimele lor consecinţe, vor proba inconsistenţa lor cu realitatea.

În clasa conceptelor perechi limită, de genul celor anterior exemplificate, există o *asimetrie* pe care aici o semnalăm numai. Discontinuul, finitul, spre exemplu, contrazic mai puţin violent realitatea decât continuul şi infinitul: sunt la fel de puţin reale dar mai puţin periculoase prin consecinţe[15].

Inutilitatea conceptelor eficiente

Întruparea unor demersuri formale în obiecte tehnice scoate la iveală, uneori, lucruri foarte interesante referitor la oportunitatea unor concepte sau a unor construcţii conceptuale. Există situaţii când pentru a fundamenta mecanismele de structurare ale unor obiecte tehnice, sunt folosite teorii formale bazate pe un set de concepte şi procedee mult mai extinse decât pot justifica în final obiectele reale construite pe baza lor. Dacă un anumit concept nu-şi găseşte un corespondent real în construcţia pe care a fundamentat-o, ne putem pune cu îndreptăţire întrebări referitor la rostul lui. El a slujit o cale posibilă, dar nu este sigur că este indispensabil pentru a reprezenta teoretic o realitate în care nu se regăseşte[14].

Ce putem spune despre o teorie care utilizează numere imaginare, iar în final slujeşte, printre altele, la conceperea unor structuri reale care conţin numai circuite de întârziere, sumatoare şi multiplicatoare pentru numere întregi şi pozitive[16]?

Nu cumva, atunci, spaţiul conceptual pe care-l lărgim continuu se poate transforma într-un fluviu poluant care atenteză la posibilităţile naturale ale minţii omului? Din această perspectivă, ideea de *ecologie a minţii*, de bună gospodărire a acestui rafinat spaţiu real, devine esenţială pentru epistemologia contemporană. Un formalism poate deveni poluant dacă foloseşte construcţii care nu se reflectă în rezultatele finale pe care le condiţionează: el reprezintă o cale ocolită care poate perturba echilibrul realităţii mentale.

Absurditatea căutării sistematice

Căutarea unei soluţii în domeniul formelor, prin procedee pur formale, este o cale sigură dar numai rareori rapidă. Tipică pentru o soluţie formală este ideea de algoritm. Abordarea algoritmică oferă soluţii care îşi pot găsi astfel o exprimare simplă şi elegantă, fără ca prin aceasta să-şi dovedească întotdeauna şi utilitatea, deoarece orice algoritm trebuie analizat şi din punctul de vedere al *complexităţii*.

Un algoritm are rost numai în măsura în care se întrupează într-un program rulat pe o maşină de calcul. În acest context complexitatea lui este legată de *dimensiunea*

[15] O discuţie din perspectiva "contradicţiei unilaterale" a lui Constantin Noica ar putea fi interesantă.

[16] Teoria ce fundamentează construcţia filtrelor digitale foloseşte funcţii de variabile complexe. Se pune problema, dacă fundamentarea teoretică nu s-ar putea sprijini şi pe un formalism mai simplu, care să presupună numai noţiuni ce-şi găsesc un corespondent în realitatea descrisă.

resurselor de memorie folosite şi de *timpul* de lucru folosit. Nu puţine şi neimportante sunt problemele ce presupun complexităţi inacceptabile. Spre exemplu, putem fi confruntaţi cu probleme la care timpul de calcul, pentru algoritmi ce se scriu pe câteva rânduri şi au mărimi de intrare rezonabile, poate atinge sute de secole pe maşinile cele mai rapide (vezi anexa A2).

Calea algoritmică oferă *siguranţa* găsirii unor soluţii, dar preţul plătit pentru această siguranţă este *complexitatea* inacceptabil de mare pe care uneori o presupune. De multe ori şi pentru probleme importante, *degeaba ştim* cum să obţinem o soluţie *dacă nu avem timp* să aşteptăm ca ea să fie calculată cu cele mai rapide computere. Timpul devine o resursă deficitară.

Blocarea în rigoare

Complexitatea formelor şi manifestărilor acestora pune o nouă problemă: cum se poate proba corectitudinea lor? Complexitatea nu este numai o problemă cantitativă. Ea are implicaţii concrete şi teoretice fundamentale deoarece resursele din preajma omului sunt limitate şi o bună gospodărire se impune. Una dintre cele mai critice este *timpul*, nu numai pentru că omul se grăbeşte, ci pentru că lumea de care s-a inconjurat impune un anumit ritm.

Corectitudinea şi consistenţa unei construcţii formale ce depăşeşte o anumită complexitate nu poate fi probată decât folosind instrumente formale de o complexitate comparabilă. Se pune, însă, în egală măsură problema corectitudinii acestor din urmă instrumente ş.a.m.d. Nu ne aflăm în faţa unui artificiu sofistic, ci în faţa unei realităţi foarte presante: atunci când construcţiile formale depăşesc o anumită complexitate în definire sau manifestare, acurateţea lor nu mai poate fi exhaustiv probată.

Omul a inventat formele pentru a putea controla mai bine lumea, dar se trezeşte în faţa unei lumi a formelor care nu mai este total controlabilă. În riguroasa lume a formelor, complexitatea ne obligă să tolerăm eroarea.

Împlinirea în paradox

Dar, chiar atunci când formele sunt manipulate cu acurateţe totală, verificabilă sau nu, pot rezulta structuri asupra adevărului cărora să nu putem decide într-o manieră strict formală.

Încă din antichitate au apărut în limbajul natural formulări realmente indecidabile, paradoxale. Dar, numai în prima jumătate a secolului trecut, odată cu apariţia geometriilor neeuclidiene, s-a declanşat un proces care a dus la evidenţierea unor contradicţii inevitabile în interiorul ştiinţelor strict formal constituite. Căutarea eventualelor erori sau a unor soluţii a dus, î cele din urmă, la demonstrarea caracterului contradictoriu sau incomplet al teoriilor formale[17]. Este un moment foarte important deoarece se demonstrează riguros posibilitatea unor construcţii formale indecidabile. Se evidenţiază o *limită fundamentală* acolo unde se căuta o eroare.

Există şi un reflex al acestei limite în lumea tehnoobiectelor. Este vorba despre indecidabilitatea problemei opririi unui calculator. Nu există un algoritm cu ajutorul căruia

[17]Este vorba de celebra teoremă a lui Gödel [Gödel '31] care demonstrează că se poate construi în aritmetică o propoziţie corectă, a cărei corectitudine nu poate fi nici demonstrată nici infirmată. Gödel nu construieşte această propoziţie. Numai tehnologiile informaţionale au permis reformularea teoremei lui Gödel şi construirea efectivă a unor forme simbolice indecidabile.

să putem decide dacă un calculator se opreşte, din rularea unui program oarecare, într-un timp finit[18]. Ne asumăm, prin aceasta, declanşarea în tehnosferă a unor procese necontrolabile ca evoluţie. Chiar o structură corect construită se poate dovedi imprevizibilă, în virtutea rigorii cu care este fundamentată.

Dimensiunea indecidabilului

Dacă pe la mijlocul secolului, teorema lui Gödel şi problema opririi maşinii erau privite ca singularităţi limită, ce nu pot fi ignorate, dar care, totuşi, nu reprezintă regula, la sfârşitul secolului constatăm că şi din punctul de vedere al ponderii, aceste fenomene sunt importante. *Teoria algoritmică a informaţiei* oferă posibilitatea de a măsura spaţiul pe care-l putem stăpâni cu mijloace formale. Spre surprinderea noastră, acest spaţiu este foarte mic dacă impunem o *rigurozitate maximă* în interiorul lui. Conform acestei teorii, dacă dimensiunea expresiei scade liniar, realitatea la care se poate referi scade exponenţial. Atunci când o expresie, o formulă, este mai elegantă prin simplitatea ei, realitatea la care se poate riguros referi, tinde să fie cantitativ nesemnificativă (vezi anexa A3).

Ambiţiile oamenilor de ştiinţă şi ale tehnicienilor au atins limite de la care, mai departe, nu se poate progresa gândind şi acţionând strict formal. Acest lucru a fost resimţit ca o piedică şi riguros demonstrat ca o limită a expresiei condensate într-o formulă.

Să exemplificăm! Dacă vom considera expresia: $x(t) = sin\ \omega t$, ea se va referi, maximum condensat, la un ipotetic proces ce durează infinit, are o regularitate stupefiantă, dar este imposibil de izolat din multitudinea manifestărilor realului. Pe de altă parte, relaţia $E = mc^2$ se referă la ansamblul substanţei, golită de orice distincţie şi particularitate locală. În primul caz un eveniment este izolat, iar în celălalt, orice eveniment este ignorat. Suntem în faţa unor exemple limită care ne arată că întruparea în formulă nu este posibilă decât prin *eludarea complexităţii*.

Alternativa ştiinţei structural-formale este aceea de a se concentra asupra unor fapte riguros decupate din realitate sau de a aborda realitatea global, dar golită de diversitatea manifestărilor ei.

Ne aflăm, iarăşi, în faţa unei nete disocieri, tipică evoluţiei ultimelor două milenii. Riguros, nu putem aborda decât o porţiune infimă net delimitată, sau un tot căruia-i ignorăm detaliile. Numai bunul instinct al omului de ştiinţă dintotdeauna a atenuat această opoziţie tranşantă, făcând ştiinţa posibilă şi utilă, dar fără a reuşi să o sustragă aspiraţiei obsedante către împlinirea în forme riguroase şi sisteme grandioase totodată.

Rigoarea formei şi amploarea sistemului care tinde către completitudine au rămas de neconciliat într-un demers bimilenar a cărui împlinire nu o vedem decât în statuarea riguroasă a imposibilităţii acestei concilieri.

Alternativa ca obsesie disociantă

În bună tradiţie dualistă, critica perspectivei extrem raţionaliste poate implicit argumenta şi existenţa uneia simetrice, în spaţiul celor spirituale. Din acest motiv nu putem fi interesaţi de o *alternativă* spirituală. Calea soluţiilor alternative este tipică mentalităţii care *prin disociere crează premisa unei soluţii extremiste*. Formalul nu-şi va găsi niciodată o alternativă în neformal, iar o simplă conciliere cu acesta nu aduce nimic nou.

[18]Vezi nota 61 din "Coerenţa mentalului şi formalului în experiment", în acest volum.

În spaţiul delimitat de raţiune şi spiritualitate, formal şi neformal, spirit şi materie, continuu şi discontinuu, bine şi rău, finit şi infinit, sau alte astfel de obsedante perechi, omul se zbate epuizat şi dezamăgit. Acţiunile şi gândurile lui vor mai purta mult timp amprenta atitudinilor extreme, bimilenar exersate, sub imperiul unei ideologii ce a fragmentat comportamente originar unitare. Pe calea către regăsirea măcar parţială a unei unităţi pierdute, vor convieţui în om segregate, atitudini extreme, până la o eventuală anihilare regeneratoare. Înainte ca acest lucru să apară evident în fiinţa umană, el se va putea manifesta în obiectele create de oameni. Ne vom întoarce, deci, iarăşi către producţiile ştiinţei şi tehnologiei, unde acest lucru se va putea realiza mai uşor.

Dincolo de limite

Noi obsesii vin să creeze contextul în care o nouă epocă va irumpe. Vom prezenta iarăşi numai o serie de fapte, fără a articula cu ele un discurs, rămânând astfel tot la nivelul sugestiei.

Matematică şi timp

Un prim fapt important este acela al "temporalizării" unor domenii care, până nu demult, erau atemporale. Exemplul cel mai interesant ar putea fi matematica. Dezvoltarea milenară a acestui domeniu nu a luat niciodată în seamă timpul ca variabilă esenţială. Odată cu informatica, însă, matematicienii sunt obligaţi să-şi reconsidere atitudinea faţă de timp. Informaticienii aduc în atenţia matematicienilor *complexitatea calculului*, ca pe o problemă crucială. Aceasta se referă şi la *timpul de calcul*. Nu mai este suficient ca, pentru o problemă, să găsim un algoritm de rezolvare; este în egală măsură important ca acesta să poată fi rulat pe o maşină de dimensiuni rezonabile şi într-un timp util la scara omului sau a societăţii. Timpul devine o coordonată pe care se va consuma foarte multă energie intelectuală.

În fizică, timpul apărea ca o variabilă esenţială, dar nu incomodă, el fiind o simplă coordonată ce facilitează descrierea unor evoluţii. La un moment dar, însă, timpul începe să fie legat de procese ireversibile, el se transformă, dintr-un context oferit procesualităţii, într-un proces supus acţiunilor din lumea fizică. Timpul clasic facilita reprezentarea unor realităţi dar, mai nou, perturbă, prin evoluţii imprevizibile, descrierea acestora.

Vom fi obligaţi să încercăm o definire şi o înţelegere din ce în ce mai aprofundată a timpului, pe care până acum l-am ignorat, în matematică, sau l-am gândit ca pe un receptacol pasiv, în fizică.

Echilibrul ca iluzie

Ilya Prigogine spunea într-un interviu ["Le Monde" '82] că:

> *"aproape de echilibru, legile naturii sunt specifice ". Echilibrul oferă tihna necesară disocierilor, pe când departe de echilibru dinamica proceselor nu ne permite să găsim "reguli utile şi clare pentru îndrumarea minţii în cercetarea adevărului".* (pag. 52)

În acest context, însăşi ideea de lege poate fi pusă în discuţie, pentru că va trebui să ne exersăm din ce în ce mai mult în a sesiza lumea aşa cum ea este şi nu cum am tot încercat să o surprindem, în imaginare stări de echilibru.

Calea de la haos la ordine este formală sau neformală?

Teoria algoritmică a informaţiei ne-a dat o imagine a ceea ce este aleatorul, prezentându-ni-l drept un mod ce caracterizează realităţi în care nu se pot distinge forme şi, în consecinţă, nu se pot insinua formalisme. Dar uneori în haos se pot contura forme prin tranziţii ce se supun unor "legi" care nu pot fi formale dar nici neformale. Un proces ce debutează în haos şi se stabilizează într-o formă este unul formal sau neformal? Cu siguranţă este vorba de un proces care nu se poate supune acestei distincţii, nu numai pentru că ar fi prea netă, ci şi pentru că este neadecvată. Numai în afara alternativei formal-neformal vom putea găsi o explicaţie şi o descriere pentru astfel de fenomene. Nu cred că avem un termen adecvat, pentru a descrie astfel de tranziţii, şi nici nu încercăm acum să propunem unul. În cazuri particulare am putea vorbi de *autoorganizare*.

Aleatorul intră în atenţia noastră nu pentru că am epuizat aspectele deterministe, ci pentru că este, conform teoriei amintite, dominant în realitate. Aceasta este tot timpul departe de echilibru şi nu ne mai putem mulţumi să ne-o imaginăm temporar în echilibre instabile, pentru a încerca obţinerea unor informaţii cu care să dăm trunchiat socoteală de ansamblul manifestărilor ei.

Oricum, abordarea din perspectivă informaţională presupune complexităţi prea mari pentru a nu încerca găsirea unor soluţii în afara actualelor alternative.

Pregnanţa derizoriului

O viziune excesiv dialectică a obturat mult timp rolul pe care-l poate avea uneori *derizoriul*. Aspecte nesemnificative cantitativ pot condiţiona realităţi cu manifestări pregnante, pot regla chiar procese universale.

Se poate da un exemplu foarte spectaculos ce apare în teoria *big-bang*-ului. La un interval foarte mic de timp după "iniţializarea" Universului Nostru, temperatura a scăzut până la limita la care particulele şi antiparticulele nu mai puteau coexista, anihilându-se cu emisie de fotoni. Analiza cantitativă arată că la 10^9 perechi particulă - antiparticulă, exista o particulă fără antiparticula corespunzătoare . Acest infim dezechilibru se află la originea substanţei din Universul Nostru. Deci o abatere de 10^{-9} de la egalitate a determinat un aspect esenţial al acestui univers. Existenţa noastră este dominată, dintr-o infimă eroare, de manifestarea materială. Suntem şi câmp, dar într-un plan secund pentru modul în care ne percepem. Şi dacă ne gândim bine, la originea câmpului se află contribuţia celor 10^9 perechi particulă-antiparticulă, iar la originea substanţei o particulă stingheră. Percepem, deci, dominant, efectul derizoriului.

Tehnica ne oferă exemple de acelaşi tip. Un circuit electronic care generează un semnal de forma $A \sin \omega t$ se bazează, în funcţionare, pe eroarea cu care generează această formă de undă. Abaterea faţă de forma ideală trebuie să fie nesemnificativă cantitativ, dar nu poate deveni nulă pentru că ea este cea care întreţine procesul de generare . Deci vom putea genera un semnal sinusoidal numai cu condiţia de a accepta o eroare, cât de mică, în acest proces. În momentul în care procesul de generare ar deveni perfect, s-ar crea condiţia încetării lui; el există numai tolerând infima eroare ce se comportă cauzal.

De la neliniar la formal

Acceptarea într-o măsură din ce în ce mai mare a *neliniarităţii* structurilor reale ne apropie treptat de o reprezentare *neformală* a acestora (vezi anexa A4). Într-adevăr, o

funcţie care pentru orice două valori "adiacente" are o altă expresie formală, este, de fapt, o funcţie neformală.

Liniaritatea presupune că un sistem este sensibil la o cauză externă, dar legea după care reacţionează nu depinde de mărimea cauzei. În momentul în care tipul reacţiei depinde şi de amplitudinea cauzei, sistemul capătă o "sensibilitate" suplimentară, generând o reacţie mai nuanţată. Imensa majoritate a tehnoobiectelor pe care omul le-a construit, este caracterizată prin funcţii de transfer liniare în domeniul de utilizare. De aici şi o parţială justificare a sărăciei comportamentului asociat.

De asemenea, în cunoaştere, încercăm să delimităm porţiuni cît mai mari pe care putem da descrieri liniare. Avem tendinţa de a minimaliza şi localiza neliniaritatea. Acceptăm uşor neliniaritatea nu ca domeniu, ci numai ca graniţă între domenii descrise liniar. Evităm cu această ocazie zone în care realitatea este superior expresivă.

Putem risca afirmaţia generală că, orice proces în realitate nu poate fi generat şi controlat decât prin sisteme care nu eludează comportamentul neliniar. Autonomia structurilor reale nu se poate baza decât pe sensibilitatea lor.

Înţelegem în măsura în care percepem neliniaritatea şi putem construi numai dacă ţinem cont de ea. Putem evalua performanţele cunoaşterii şi acţiunii constructive într-o măsură strict determinată de acceptarea neliniarităţii, cu manifestarea ei limită: neformalul.

Comportamentul neliniar, la limită neformal, are asociat o complexitate maximă atunci când este echivalat prin mecanisme exclusiv liniare. Din acest motiv, ignorarea lui în structura sistemelor de calcul, spre exemplu, nu permite depăşirea anumitor complexităţi în funcţionare. Succesul pe care-l au reţelele neurale artificiale în rezolvarea unor probleme considerate intratabile cu maşinile de calcul convenţionale, se justifică prin faptul că neliniaritatea impusă funcţiilor de transfer ale neuronilor este echivalabilă cu un proces de calcul de foarte mare complexitate. Mihai Drăgănescu atrăgea atenţia[19] asupra faptului că, din punct de vedere cantitativ, limita lui Bremermann poate fi pusă oricând în discuţie, deoarece a fost calculată într-un context teoretic prea rigid, ce presupune modele de calculabilitate oricând perfectibile. Această nouă paradigmă, ce acceptă, chiar presupune neliniarul şi la limită neformalul, va impune recalcularea limitei lui Bremermann, care va defini transcomputaţionalul la o valoare mult mai mare.

Fuziunea dintre etnosferă şi tehnosferă: informatica

Lovitura decisivă dată vechii mentalităţi este marcată de accelerarea la maximum a procesului evolutiv declanşat de obsesia căilor rapide şi sigure. Momentul în care tehnologia s-a întors dictatorial către ştiinţă, impunând reorientări esenţiale, marchează declanşarea acestui proces. Mai apoi, ştiinţa şi tehnologia, fuzionând organic, şi-au permis aroganţa de a impune reformulările filosofice ce vor condiţiona noua mentalitate.

Care a fost acest moment decisiv? Credem că este vorba de întâlnirea benefică dintre lumea semnelor şi cea a obiectelor pe care omul le-a construit în afara sa. Ce este altceva informatica, decât fuziunea dintre tehnosferă şi etnosferă. Calculatorul este un sistem fizic în care semnul *acţionează* semnificând.

Tehnologiile informatice au permis ştiinţei o introspecţie lucidă, forţând reorientări filosofice sub presiunea limitelor conştientizate. Devine posibilă o sinteză filosofică, de

[19] Vezi secţiunea "Limite fizice" din "Conştientizarea limitelor în informatică", în acest volum. Punerea în discuţie a valorii acestei limite este accesibilă în [Drăgănescu '91, p. 71].

tipul celei propuse de Mihai Drăgănescu, în care dualitatea materie-informaţie coexistă cu ciclicitatea ternară a unui model existenţial (*în-din-întru*), supunând fiinţa la o tensiune ce va forţa o comutare de mentalitate. Distincţia dintre structural şi fenomenologic apare numai pentru a sugera calea structural-fenomenologică, nu ca pe o soluţie intermediară, ci ca pe una care se sustrage spaţiului delimitat prin distincţia iniţială [Drăgănescu "79, '85].

Demersuri similare, precum cel al lui David Bohm, sunt mai puţin realizate, tocmai prin lipsa ingredientului pe care l-ar fi putut oferi informaţia [Bohm '80, '85], [Krishnamurti '85]. Iar acolo unde perspectiva a fost prea îngustă, informaţia nu a putut salva un model prea simplu, ca în cazul celui propus de John Archibald Wheeler [Wheeler '88]. Nu suntem scutiţi nici de abordări dintr-o perspectivă informaţională fundamental eronată, cum este lucrarea lui Tom Stonier [Stonier '90].

Esenţial rămâne faptul că se manifestă o tendinţă centrifugă faţă de construcţiile şi obsesiile sistemizante. Unele căi nu duc nicăieri, dar aspiraţia ce le propulsează ne va duce cu certitudine undeva.

Anexe

A1. Filtrarea semantică

Teoria algoritmică a informaţiei (vezi şi "Teoria algoritmică a informaţiei", în acest volum), promovată, în principal, de Gregory Chaitin ([Chaitin '87], în care se află şi o bibliografie amplă a problemei), sugerează o abordare a mecanismului de cristalizare conceptuală, într-o manieră foarte riguroasă.

Orice porţiune din realitate poate fi reprezentată, cu o acurateţe suficientă, printr-o secvenţă de simboluri binare (0 şi 1).

Unele secvenţe binare pot fi, la rândul lor, reprezentate condensat în secvenţe mult reduse ca dimensiune. Spre exemplu, secvenţa binară " 0101 ... 01 " formată dintr-un milion de simboluri, poate fi reprezentată binar prin şirul binar asociat expresiei: *"se repetă de 500.000 ori secvenţa 01"*. Această din urmă reprezentare se poate construi dintr-un şir de numai câteva sute de simboluri binare. Regularitatea unor subşiruri, ale reprezentării iniţiale, a permis această expresie condensată.

Într-o manieră riguroasă, unor realităţi distincte li se asociază reprezentări distincte. Dar, există mulţimi de reprezentări care posedă următoarele două caracteristici:

(a) diferă printr-un număr relativ mic de simboluri;

(b) dacă se anulează diferenţele, anterior specificate, rezultă o reprezentare unică ce poate avea asociată o expresie condensată.

Pentru exemplificare vom considera cazul, foarte simplu, al următoarelor patru secvenţe binare:

0000001000100010,
0010001001100010,
0011001000100010,
0010001000101010,

şi vom modifica al treilea simbol din prima secvenţă, pe al zecelea din cea de a doua, pe al patrulea din cea de a treia şi pe al 13-lea din ultima şi ele vor deveni identice cu 0010001000100010, în care identificăm repetarea de patru ori a subsecvenţei 0010.

Deci, putem asocia reprezentări asemănătoare unor realităţi distincte, ce pot fi, după ce au fost anulate "mici" diferenţe, compactate în expresii mai simple. Se poate folosi termenul de

filtrare pentru mecanismul de anulare a unor distincţii.

Astfel, procesul de formare a conceptelor poate fi descris prin două operaţii realizate asupra reprezentărilor binare: *filtrarea* şi *compactarea*. Prima anulează diferenţe, "neesenţiale", cea de a doua condensează, reprezentarea unică rezultată, într-o secvenţă mai expresivă.

În termenii teoriei algoritmice a informaţiei, prin filtrare se micşorează cantitatea de informaţie din reprezentările directe, primare, pentru ca mai apoi, constatându-se identitatea reprezentărilor obţinute, să se încerce condensarea lor corespunzătoare cantităţii reduse de informaţie algoritmică pe care o mai au. Dacă ambele operaţii sunt posibile, atunci spunem că a fost definit formal un concept asociat unei mulţimi de procese reale.

Am descris, astfel, formal, un proces care, în realitate, este mult mai complex. Am explicat *ce* se întâmplă nu şi *cum* de se întâmplă.

A2. Complexitatea exponenţială

Raportat la o funcţie oarecare, f, se poate vorbi de complexitatea pe care o pot avea variabilele de care depinde. În funcţie de complexitatea variabilelor sale, o funcţie poate fi calculată pe o maşină de calcul mai simplă sau mai complexă, într-un timp mai mic sau mai mare. Complexitatea variabilelor de intrare, să o considerăm proporţională cu n. Vom nota complexitatea maşinii, în consecinţă, cu $S_f(n)$, timpul necesar calculului cu $T_f(n)$. O funcţie este intratabilă dacă pe o maşină cu $S_f(n)$ independent de n, $T_f(n)$ nu poate deveni mai mic de $c2^n$, unde c este o constantă oarecare.

Spre exemplu: problema *satisfiabilităţii* (*realizabilităţii*) unei funcţii booleene. Dându-se $f(x_1, x_2, \ldots x_n)$, o funcţie booleană de n variabile, algoritmul prin care decidem dacă există cel puţin o combinaţie $x_1, \ldots, x_n$ pentru care $f(x_1, \ldots, x_n) = 1$, rulează pe un calculator standard un timp proporţional cu 2^n. Pentru $n = 64$ şi pentru un calculator capabil să calculeze valoarea funcţiei f într-o milionime de secundă (o performanţă notabilă!) putem să aşteptăm, în cazul cel mai defavorabil, aproximativ 5000 de secole pentru aflarea rezultatului.

Un alt exemplu: problema *comis-voiajorului*. Un comis-voiajor are de vizitat n oraşe, cunoscând distanţele ce separă aceste oraşe între ele. Se cere să se stabilească un traseu, astfel încât, plecând din oraşul de reşedinţă, comis-voiajorul să treacă prin toate oraşele câte o singură dată şi să se întoarcă acasă parcurgând un traseu cu lungime totală minimă. Soluţia este foarte simplă din punct de vedere teoretic, dar necesită un timp de calcul proporţional cu $n!$. Deci, degeaba cunoaştem un algoritm de soluţionare, pentru că nu avem timp să aşteptăm soluţia pentru situaţii ce pot fi uzuale.

În aceeaşi categorie intră şi calculul funcţiei lui Akermann.

O limită în acest sens este şi cea a lui Bremermann [Bremermann '62] (vezi secţiunea "Limite fizice" din "Conştientizarea limitelor în informatică", în acest volum).

A3. Limitele condensării expresiei

Conform *teoriei algoritmice a informaţiei* (vezi şi textul omonim din acest volum) [Chaitin '87], *informaţia algoritmică* conţinută într-un şir de biţi (simboluri ce pot lua două valori: zero şi unu) este proporţională cu lungimea celui mai scurt program care, pe o maşină dată, generează acel şir. Acest program se exprimă tot printr-un şir de biţi care, în unele cazuri, poate fi mult mai scurt decât şirul căruia-i este asociat. În acest caz putem vorbi de o condensare a expresiei într-o formă sau chiar o *formulă*. Formalizarea presupune evidenţierea acestor forme, şi, mai apoi, jocul lor în descrierea unor realităţi mai complexe. Dar atenţie la acest joc, ce poate genera forme ce nu au corespondent în realitate sau sunt prea complexe pentru realitatea pe care pretind că o descriu.

Să considerăm şirurile de n biţi, unde n este foarte mare . Ele sunt în număr de 2^n. Câte dintre acestea pot fi condensate într-un şir cu lungimea m, unde $m < n$ sau chiar mult mai mic. Şirurile de m biţi vor fi în număr de 2^m. La cel mult 2^m şiruri de n biţi putem asocia univoc unul de m biţi. Deci numai cel mult 2^m şiruri din cele 2^n şiruri de n biţi vor putea fi exprimate condensat într-un şir de m biţi. Fracţiunea şirurilor de n biţi ce-şi găsesc expresia compactată la m biţi este de $2^{-(n-m)}$. În majoritatea cazurilor concrete ea tinde către zero.

Un exemplu foarte simplu ar putea fi cel în care $n = 10^6$ iar $m = 10^3$, pentru care fracţiunea în cauză ar fi $2^{-999.000}$. Deci, practic această fracţiune este nulă. La ce ar putea corespunde n-ul şi m-ul luate ca exemplu? O imagine pe un ecran TV reprezentată în alb, negru şi două tente de gri poate fi reprezentată cu aproximativ $n = 10^6$ biţi. Pe de altă parte, $m = 10^3$ biţi reprezintă un text de aproximativ 170 de caractere alfanumerice cu care, în limba română, putem scrie un text de aproximativ 30 de cuvinte. Deci, numărul imaginilor distincte la care ne putem referi riguros cu maximum 30 de cuvinte este nesemnificativ de mic faţă de cel al imaginilor posibile.

Despre imensa majoritate a realităţii nu putem spune nimic într-o manieră riguroasă. Noroc cu procesul de "filtrare" amintit în anexa A1.

A4. Complexitatea ca neliniaritate

Să considerăm cazul simplu al următoarei funcţii:

$$f(x) = \begin{cases} -1 & \text{dacă } x \leq -1 \\ x & \text{dacă } x \in (-1, 1) \\ 1 & \text{dacă } x \geq 1 \end{cases}$$

în care:

- valorile pe care le poate lua sunt *limitate* în intervalul $(-1, 1)$
- relaţia funcţională depinde şi de valorile pe care le ia variabila x.

Obişnuim să spunem că $f(x)$ este neliniară. Sistemul pe care-l descrie este neliniar datorită limitării valorilor pe care le poate lua funcţia lui de transfer.

Ne putem imagina o funcţie $f(x)$ a cărei definiţie presupune în continuare valori limitate ale ieşirii şi un număr foarte mare de subdomenii pe care-i este specificată forma. Să presupunem o funcţie $f(x)$ şi valorile $x_0, \ldots, x_n$ unde x_i, $i = 0, \ldots, n$, aparţin domeniului de definiţie, fiind îndeplinită condiţia $x_{i-1} < x_i$ pentru $i = 1, \ldots, n$. Definiţia funcţiei poate avea forma de mai jos:

$$f(x) = \begin{cases} k_0 & \text{dacă } x \leq x_0 \\ g_1(x) & \text{dacă } x \in (x_0, x_1] \\ . & \\ . & \\ . & \\ g_n(x) & \text{dacă } x \in (x_{n-1}, x_n] \\ k_1 & \text{dacă } x > x_n \end{cases}$$

Dacă n depăşeşte o anumită valoare, atunci definiţia funcţiei devine mai complexă decât descrierea ei într-o manieră ce nu presupune formalismul matematic. Deci, există un $n > n_0$ pentru care putem spune că funcţia $f(x)$ este neformală, chiar dacă o formă este posibilă.

Acest mod de abordare concordă şi cu teoria algoritmică a informaţiei în sensul că putem vorbi de o formulă, un formalism generator, numai dacă este posibilă condensarea expresiei asociată unei reprezentări.

Neliniaritatea degenerează în neformal pentru $n > n_0$ din reprezentarea anterioară a unei funcţii $f(x)$. O discuţie mai riguroasă depăşeşte cadrul lucrării de faţă.

Decembrie 1992

Simbol şi acţiune

I-a fost întotdeauna limpede omului că a gândi inseamnă a prescurta.
Constantin Noica

Preambul Cunoaşterea profundă este inseparabilă de acţiune. Dacă ele mai pot fi distinse în realitatea imediată, într-una profundă cunoaşterea şi acţiunea devin indiscernabile. Semnul nu poate decât declanşa o acţiune în contexte vag delimitate, unde şi subiectivul mai poate juca un rol, pe când simbolul, în spaţiul în care alternativa subiectiv - obiectiv îşi pierde sensul, poate acţiona direct, într-un cadru ce-i este superior adecvat.

Intr-o[20] lume a delimitărilor rigide, ne-am acomodat cu ideea că ştiinţa se instituie în acea parte a cunoaşterii care poate da socoteală de realitate prin modalităţi obiective. Evoluţii recente în spaţiul arondat în acest fel ştiintei ne obligă să reconsiderăm asocierea ei foarte strânsă cu obiectivitatea. Omul de ştiinţă a devenit o personalitate prea complex implicată în realitate ca să mai putem vorbi distinct de cunoaşterea ştiinţifică ca despre o formă specifică, fără a-i răpi, prin aceasta, modalităţi de acţiune şi spaţii de manifestare. Procesul prin care ştiinţa se instituie parcurge, mai mult sau mai puţin succesiv, spaţiile în care:

- domină atitudinea individuală,
- prevalează acceptarea într-o comuniune,
- esenţială este recunoaşterea din partea comunităţii, tradiţional numită "ştiinţifică".

Omul, zis, de ştiinţă trebuie privit ca practicând cunoaşterea, în egală măsură, ca un individ, ca aparţinând unei comuniuni şi ca membru al unei comunităţi ştiinţifice (sau mai mult decât ştiinţifice). Dacă acceptăm această premisă, atunci vom fi obligaţi să vorbim despre cunoaşterea cu finalitate ştiinţifică şi nu numai, simplu, despre cunoaşterea ştiinţifică. Pentru uşurinţă, vom folosi, în acest text, termenul de cunoaştere.

Cunoaştere şi comunicare

Alternativa subiectiv-obiectiv[21] se impune în analiza cunoaşterii ca o consecinţă a procesului de comunicare. Vom putea înţelege ce este cunoaşterea obiectivă, pornind de la comunicare, privită ca procesul prin care se structurează cunoaşterea în comunitatea

[20] Acest text a fost publicat în *Revista de filosofie*, tom XLI, nr. 4, iulie-august 1994.

[21] Acest text reprezintă o comunicare la simpozionul "Obiectiv şi subiectiv în cunoaşterea ştiinţifică" organizat de Academia Română în 14-15 octombrie 1993.

ştiinţifică. Instrumentul pe care-l vom folosi este teoria algoritmică a informaţiei [Chaitin 90, 92].

Comunitatea ştiinţifică se formează condiţionat de procesul explicit de comunicare, prin care este posibilă statuarea riguroasă a unor adevăruri. Mesajele se propagă încapsulate în forme cât mai riguros concepute, astfel încât univocitatea mesajului să poată fi garantată. Formalismul apare, iniţial, ca o consecinţă a necesităţii de a comprima mesajele pentru a creşte eficienţa transferului şi stocării informaţiei; mai apoi se constată că formalismele sunt utile şi pentru a creşte expresivitatea care stimulează aprofundarea cunoaşterii. Expresivitatea, obţinută prin compactarea expresiei în formă, este principala capcană în care se prind cei care văd în comunitatea ştiinţifică unicul spaţiu în care ştiinţa se poate manifesta.

Care ar putea fi modalitatea de a înţelege riguros (formal) formalul? O soluţie ne este oferită de *teoria algoritmică a informaţiei*. Vom expune pe scurt (pentru o prezentare extinsă se poate consulta anexa A1) principalele idei care permit o definire a formalului pornind de la această teorie:

- folosind o codificare adecvată, orice porţiune din realitate poate fi reprezentată primar, cu o acurateţe dată, printr-o secvenţă de caractere binare (semnele 0 şi 1);
- există secvenţe de caractere binare care se pot compacta, astfel încât, fără a se pierde nimic din acurateţea reprezentării, se obţine o formă (formulă) compactă asociată unei realităţi mult extinse în spaţiu sau în timp;
- vom numi această reprezentare compactată, atunci când este posibilă, reprezentarea formală asociată unei reprezentări primare, sau, simplu, formulă;
- procesul de compactare a reprezentărilor primare în formule, poate fi asimilat procesului de formalizare.

Spre exemplu, dacă reprezentarea primară este următoarea: 110111011101... 1101, obţinută prin repetarea de n ori a secvenţei binare 1101, pentru un n foarte mare, se poate obţine reprezentarea compactată, formula, sub forma expresiei: *"repetarea de n ori a secvenţei 1101"*.

Se pune întrebarea: pentru câte din secvenţele binare de n biţi, asociate la 2^n realităţi distincte, pot fi găsite reprezentări compactate, formale, în sensul celor anterior enunţate? Răspunsul riguros la această întrebare este dramatic: dacă lungimea reprezentării formale scade proporţional faţă de lungimea celei primare, atunci numărul de reprezentări compacte posibile scade exponenţial. (Pentru detalii se poate consulta anexa A1.) Conform aserţiunii anterioare formalizarea ar deveni inutilă, deoarece este posibilă numai pentru o porţiune neglijabilă din realitate. Cum de este totuşi posibilă şi utilă formalizarea? *În procesul de tranziţie de la reprezentările primare la cele formale (compactate) este generos tolerată eroarea.*

Unui număr, uneori imens, de reprezentări formale ce diferă cantitativ foarte puţin, i se asociază o singură reprezentare formală, să o numim reprezentare semnificantă. Astfel, se poate recupera pentru o reprezentare compactată (formală) un spaţiu pe care o abordare cu ambiţii de rigurozitate maximă ar fi trebuit să-l ignore. Cum denumim, de regulă, o atitudine care, dintr-un motiv vag explicitat, tolerează reprezentări aproximative? Cred că un termen potrivit ar putea fi: *atitudine subiectivă*.

Obiectivă poate fi o reprezentare care nu depinde de opţiunile celui care o construieşte. In acest sens, reprezentările primare au o mai mare şansă de a fi obiective, faţă de cele semnificante, obţinute printr-o compactare, uneori, voit neglijentă. Astfel, în comunitatea ştiinţifică, subiectivitatea provine din ambiţia de a lărgi sfera de manifestare a formalului peste limitele impuse de o atitudine strict obiectivă.

Comuniunea ştiinţifică reprezintă un mediu în care se atenuează efectele distincţiei obiectiv-subiectiv. Comunitatea este a celor într-o faptă, pe când comuniunea este a celor într-un gând. Sincronizarea în faptă presupune în primul rând comunicarea prin reprezentări cât mai bine formulate. Sincronizarea în gând este condiţionată de experienţe comune. In comunitate acţiunea este o consecinţă, iar în comuniune acţiunea este o premisă. Comunitatea respectă convenţii care impun un formalism, în timp ce comuniunea obiectivează la nivelul ei percepţia subiectivă a realităţii. La nivelul comuniunii ştiinţifice simbolul tinde să se substituie semnului. "Formalismele" comuniunii folosesc simboluri care evocă, spre deosebire de formalismele comunităţii unde se utilizează semne care semnifică numai. Obiectivitatea vine să împlinească demersul ştiinţific al comuniunii pemiţând subiectivităţii indivizilor să se sincronizeze. Astfel, obiectivitatea tinde să lărgească sfera în care simbolurile evocă subiectiv.

Individul implicat, ca individ, în cunoaştere nu mai poate fi afectat de alternativa obiectiv-subiectiv deoarece am putea spune că, la nivelul lui, cunoaşterea se obiectivează prin exclusivitatea atitudinii subiective. Cunoaşterea obiectivă nu mai are sens pentru că nu se mai pune problema comunicării, iar cea subiectivă nu mai este utilă pentru că nu mai este necesară nici o aproximare.

Am putea concluziona că subiectivitatea are un rol de maximă importanţă în comunitatea ştiinţifică, unul secund în comuniunile ştiinţifice şi nici unul în cunoaşterea individuală. De fapt, la nivelul cunoaşterii individuale este depăşită alternativa obiectiv-subiectiv. Cunoaşterea nu se mai supune unei clasificări care o limitează, ci se impune ca o realitate ce acţionează. Depăşind stadiul de reprezentare prin structuri formale, cunoaşterea poate aspira, bine susţinută de individualităţi puternice, la un rol mult mai important decât cel secund pe care i-l oferă jocul trunchiant al semnelor. Întrupată în simboluri, într-un context superior adecvat, cunoaşterea poate acţiona. Definitorie pentru cunoaştere nu este caracterizarea în raport cu alternativa subiectiv-obiectiv, ci măsura în care ea se poate institui într-un agent care se manifestă acţionând.

Acţiune şi cunoaştere

Cauzalitatea este o consecinţă a delimitării contextului în care întreprindem cunoaşterea. În absenţa oricăror delimitări, cauzalitatea nu mai poate fi evidenţiată, sincronismul proceselor reale impunându-se. Cunoaşterea cauzală presupune comunitatea ştiinţifică constituită prin intermediul reprezentărilor formale semnificante, într-un context în care subiectivitatea are un rol maxim. Dacă *sincronicitatea* se substituie cauzalităţii, atunci numai reprezentările simbolice sunt cele care pot susţine cunoaşterea. Pot fi puse, astfel, în evidenţă două tipuri de formalisme:

- formalismele semnificante, asociate cunoaşterii cauzale într-un spaţiu delimitat;
- formalismele simbolice, în spaţiul nerestricţionat al proceselor sincrone.

Primele se constituie în sisteme de semne care semnifică, iar următoarele în ansambluri de simboluri care evocă. In spaţiul în care cauzalitatea este posibilă, cunoaşterea, întrupată în reprezentări formale şi/sau semnificante, este, preponderent, o consecinţă a realităţii cunoscute. Totalitatea în care sincronicitatea domină, nu permite însă nici măcar cunoaşterii să fie o pură consecinţă, astfel încât, aceasta coexistă prin interacţiune sincronă cu existenţa de cunoscut. Cunoaşterea ca acţiune devine evidentă măcar în calitatea ei de parte a unei interacţiuni.

Cunoaşterea individuală, sprijinită de comuniuni în care "sincronizarea gândului" devine posibilă[22], este singura care-şi poate permite accesul nerestricţionat la existenţă în spaţiul sincronicităţii, unde se poate institui într-un agent care actionează putând determina "un nou experiment existenţial" [Drăgănescu '79].

Simbol şi completitudine

Atat timp cât cunoaşterea se menţine sub incidenţa formalismelor semnificante, în spaţii trunchiate reprezentate prin semne, incompletitudinea sistemelor formale este o consecinţă firească. Limitele formalului reflectă delimitări iniţiale prin care cunoaşterea s-a instalat, prea confortabil, sub incidenţa comunităţii. Acceptarea subiectivă a unor reprezentări formale s-a dovedit utilă cu preţul paradoxului. O atitudine pragmatică, prin care ne limităm pretenţiile, ne permite, la nivelul comunităţii ştiinifice, să tolerăm efecte limită care, până acum, nu au scăpat de sub control. Dar, starea paradoxală în care se complace lumea formalismelor, mai mult sau mai puţin riguroase, a suferit în decursul timpului o acutizare accelerată. Să evidenţiem numai momentele cele mai semnificative [Casti '92]:

- Epimenide cretanul se întreba dacă "această propoziţie corect formulată este falsă";
- Kurt Gödel îşi pune problema dacă "această construcţie formală este demonstrabilă";
- Alan Turing este preocupat de răspunsul la întrebarea dacă "acest calcul se opreşte";
- Gregory Chaitin se întreabă dacă "acest număr este prea complex pentru a fi calculabil".

Succesiv, *adevărul*, *demonstrabilitatea*, *calculabilitatea*, şi *complexitatea* reprezentărilor semnificante sunt puse în discuţie într-un alarmant crescendo al implicaţiilor concrete.

Poate fi întrerupt oare acest proces care apropie limitarea prin paradox din ce în ce mai mult de spaţiul problemelor reale pe care nu le mai putem ocoli? Credem că da. Pentru aceasta va trebui să apelăm la toate formele de reprezentare, astfel încât şi sensurile, nu numai semnificaţiile, să fie puse în jocul cunoaşterii.

Propunem, în consecinţă, în anexa A2, o supralicitare a mecanismelor de tip paradoxal prin propoziţia:

"există propoziţii cu sens care nu au semnificaţii".

Această propoziţie este paradoxală, dar nu se manifestă blocant, deoarece nu este formală. La nivelul la care cunoaşterea foloseşte reprezentări simbolice starea paradoxală poate fi suspendată.

[22] Vezi "Inteligenţa artificială - un nou pas spre sincronizarea gândului", în acest volum.

Cunoaşterea se eliberează de incompletitudine pornind de la nivelul cunoaşterii individuale, acolo unde simbolurile acţionează eludând raţional alternativa obiectiv-subiectiv. Raţiunea nu are o alternativă reală, aşa cum au formalul, obiectivul, ..., ea se constituie într-o punte ce leagă spaţii pe care alternativele le separă (anexa A2). Raţiunea ocroteşte paradoxul şi ne permite să-l ignorăm constructiv.

O dată textul scris, cu anexe cu tot, se pare că acesta poate fi susţinut şi de următorul post-titlu:

Depăşirea alternativelor

Anexe

A1 Teoria algoritmică a subiectivităţii

Animalele nu bănuiesc că le dăm nume. Ori poate că totuşi bănuiesc şi atunci asta este cauza pentru care se tem de noi.
Elias Canetti

Vom încerca să definim premisele cantitative ale subiectivităţii pornind de la mediul conceptual oferit de teoria algoritmică a informaţiei. Comunitatea ştiinţifică se formează în procesul de comunicare. Transferul de informaţie se realizează condiţionat de:

- convenţii (restricţii) sintactice impuse,
- relaţii semantice formal definibile prin convenţii acceptate,
- ambianţa oferită de sensuri percepute

la nivelul unui grup. Dimensiunea critică a spaţiului în care se desfăşoară acest proces este cea semantică. Restricţiile sintactice sunt, de regulă, uşor de definit sau de modificat, iar sensurile nu pot juca un rol controlabil şi, prin aceasta, determinant la nivelul comunităţii.

Constituirea reprezentărilor semnificante pornind de la reprezentările primare şi trecând prin cele formale este un proces care presupune acţiuni formale dirijate neformal, printr-un ansamblu de atitudini subiective. Abordarea formal-neformală pe care ne-o propunem are la bază conceptele formale ale teoriei algoritmice a informaţiei [Chaitin '90, '92] şi iluzia că depăşirea formalului se poate uneori sprijini pe sugestia pe care formele o pot avea într-o minte superior predispusă să se întoarcă spre sine.

Propoziţia 1 Orice realitate perceptibilă prin mărimi cuantificabile poate fi reprezentată primar printr-o secvenţă binară. $\diamond$

Propoziţia 2 Orice reprezentare primară de n biţi poate fi condensată într-o reprezentare formală cu o dimensiune de m ori mai mică, unde: $m_{min} = 1$ şi $m_{max} = n/O(log\ n)$. $\diamond$

Pentru m_{min} condensarea este nulă şi spunem că reprezentarea nu a putut fi formalizată, iar şirul asociat reprezentării primare este aleator. Cu cât m creşte, gradul de formalizare se accentuează, existând o limită dată de valoarea lui m_{max}. Problema care se pune este: pentru câte din cele 2^n reprezentări primare de n biţi se pot găsi reprezentări formale de s biţi, unde s este suficient de mic, astfel încât formalizarea să fie utilă.

Propoziţia 3 În mulţimea reprezentărilor primare de n biţi, o fracţiune p pot avea reprezentări formale, condensate, de s biţi, unde $p = 2^{-(n-s)}$. $\diamond$

Deci, dacă prin formalizare reprezentarea scade liniar în dimensiune cu $n - s$ biţi, atunci numărul reprezentărilor primare formalizabile scade exponenţial. Ne aflăm în faţa unui rezultat descurajant, dar se pare că realitatea ne oferă nuanţe suplimentare. Propozitile 2 şi 3 presupun o tranziţie riguroasă de la reprezentările primare, la cele formale, astfel încât corespondenţa dintre ele este biunivocă. In realitate, ştiinţa operează cu reprezentări semnificante. Formarea acestora din urmă nu presupune un mecanism riguros. In ştiinţă se lucrează cu rigoare formală maximă, dar asupra unor reprezentări formate printr-un proces în care şi opţiunile subiective joacă un rol foarte important.

Propoziţia 4 Dacă, prin *neglijarea* valorii oricăror maximum s biţi ai unor reprezentări primare distincte de n biţi, se pot defini q reprezentări formale identice, atunci, se formează clasa de echivalenţă ce are asociată acea reprezentare ca *reprezentare semnificantă*, unde q poate fi aproximat inferior prin: $q = (n/s)^s$ dacă este îndeplinită condiţia: $n >> s$. $\diamond$

Demonstraţie Dacă într-o reprezentare binară de n biţi se doreşte modificarea oricăror s biţi, atunci aceasta trebuie să fie prelucrată realizând funcţia XOR cu un cuvânt de n biţi care are pe s poziţii valoarea 1. Se vor putea obţine N astfel de cuvinte distincte, unde N este numărul de configuraţii binare de n biţi care au s biţi cu valoarea 1. Valoarea lui N rezultă, calculând permutările cu repetiţie ce se pot forma cu 2 semne (1 şi 0) în care 1 este luat de s ori, iar 0 este luat de $(n - s)$ ori: $N = n!/s!(n - s)!$. Aproximând prin minimizare valoarea lui N, obţinem inegalitatea: $N < (n/s)^s$. Pentru a calcula câte configuraţii binare de n biţi se pot obţine prin modificarea a maximum s biţi, va trebui calculată suma: $q = (n/s)^0+(n/s)^1+(n/s)^2+...+(n/s)^s$, care, pentru $n/s >> 1$, se poate aproxima inferior prin: $q = (n/s)^s$. $\diamond$

Exemplu Să considerăm un spaţiu pătrat format din 256 "linii" ce conţin fiecare 256 "puncte" (care poate fi ecranul unui monitor TV cu o rezoluţie modestă). În acest spaţiu de 2^{16} puncte se poate desena o tablă de şah, fiecare pătrat fiind reprezentat printr-o suprafaţă de 32 linii şi 32 de coloane de puncte, deci prin 1024 de puncte care pot fi albe (codificate cu 0) sau negre (codificate cu 1). Dacă vom nota cu 0^n sau cu 1^n o secvenţă de n zerouri sau de n simboluri de 1, atunci secvenţa de peste 65000 de biţi asociată reprezentării primare a tablei de şah (care ar putea fi explicit scrisă pe aproximativ 32 de pagini) va fi:

$$(((0^{32}1^{32})^4)^{32}((1^{32}0^{32})^4)^{32})^4 \qquad (1)$$

Secvenţa (1) este reprezentarea formală a şirului binar asociat tablei de şah în spaţiul anterior definit ("ecranul TV"). Ce se întâmplă dacă un singur punct din spaţiul celor 65536 nu are valoarea corespunzătoare? Reprezentarea formală (1) nu mai este posibilă. Vom renunţa la a spune că pe monitorul TV este o tablă de şah? Am putea-o face dacă imaginea cu un bit modificat ar avea o semnificaţie deosebită. Dar dacă nu, atunci vom neglija valoarea reală a unui bit şi vom declara imaginea ca fiind tot o tablă de şah, asociindu-i aceeaşi reprezentare formală ca şi imaginii perfecte. Dar, dacă în fiecare pătrat al tablei de şah există 2 - 3 biţi diferiţi de imaginea riguros corectă? S-ar putea ca şi atunci folosirea aceleaşi reprezentări să nu aibă consecinţe inacceptabile. Dacă din cei 65.536 de biţi, câteva sute, relativ uniform distribuiţi pe suprafaţă, nu au valoarea corectă, am putea conveni că reprezentarea formală (1) poate rămîne valabilă.

Să considerăm că, spre exemplu, 128 de biţi, distribuiţi relativ uniform, pot fi toleraţi cu valori ce se abat de la cele riguros corecte. In acest caz, conform *Propoziţiei 4*, un număr de aproximativ $q = (2^{16}/2^7)^{128} = 2^{1152}$ de reprezentări primare ar putea beneficia de aceeaşi reprezentare formală, care ar forma, astfel, o reprezentare semnificantă pentru tabla de şah reprezentată pe ecranul TV de 256 linii şi 256 coloane. Deci, opţiunea subiectivă de a tolera o eroare de 2^{-9} (aproximativ doi biţi eronaţi la fiecare o mie de biţi) ne-a permis să introducem sub incidenţa unei singure reprezentări formale un număr imens de manifestări concrete, care

pot fi acceptate ca fiind formal identice. Expresia (1) este numele pe care-l putem da unui număr foarte mare (2^{1152}) din imensitatea (2^{65536}) reprezentărilor grafice realizbile pe ecranul TV anterior definit. Dacă nu am fi tolerat o minimă eroare acest nume ar fi putut fi utilizat pentru a desemna numai o singură realitate şi poate nu ar fi avut sens să ne străduim a-l găsi. ⋄

Numele (1) nu este un concept, ci mult mai puţin: o *reprezentare semnificantă*. Trecerea de la reprezentări *riguros formale* la cele *semnificante* cu care, apoi, operează riguros ştiinţa este posibilă numai cu condiţia unor neglijări nesemnificante, ce pot fi cantitativ motivate în virtutea unor opţiuni subiective. (Conceptul necesită o discuţie care depăşeşte scopul acestei anexe, implicând o discuţie "în spaţiul ecranelor TV posibile".)

O abordare care ar rămâne la nivelul manipulării unor reprezentări formale ar putea da socoteală de o infimă parte din realitatea care se află sub incidenţa aspiraţiei comunităţii ştiinţifice. Subiectivitatea, care tolerează imprecis eroarea, permite ca ştiinţa să-şi poată găsi un rost în comunitate. In concluzie, efectul Propoziţiei 3 este anulat prin posibilitatea oferită de accepterea efectelor Propoziţiei 4.

Atenţie! Discuţia făcută în această anexă nu se referă la acele reprezentări primare care prin modificarea unui singur bit (sau a unui număr nesemnificativ de mic de biţi) devine altceva! Este cazul unor reprezentări asociate unor realităţi unice[23] (spre exemplu unor creaţii artistice).

A2 Depăşirea paradoxului în teoria generală a informaţiei

Ceva din civilizaţia ştiinţifică a zilelor noastre ar sta sub blestem dacă ea n-ar păstra un rest."

Constantin Noica

Rigoarea unei definiţii este consecinţa delimitărilor care o permit. Delimitările presupun întotdeauna existenţa unui rest [Noica 70; pag. 161], şi, astfel, paradoxul devine posibil. O teorie formală care nu acceptă un rest, pentru a se putea contura finit, este imposibilă. Nu ne rămîne decât şansa de a depăşi coerent formalul în tentativa de a da un rost gândului peste tot.

Sintactic - Semantic

Lumea semnelor poate intra în două tipuri de relaţii formale:

- relaţii sintactice,
- relaţii semantice.

Relaţia de tip sintactic este o relaţie internă, pe când relaţia de tip semantic este o relaţie externă. In primul caz semnele intră în relaţie cu ele însele, pe când în cel de al doilea semnele intră în relaţie cu o mulţime de obiecte. Spre exemplu, o relaţie sintactică poate fi una de ordine, pe cînd cea semantică se stabileşte între mulţimea semnificantă a unor semne şi cea semnificată a unor obiecte [Ştefan 93].

Relaţia de tip semantic apare ca o funcţie definită într-o mulţime dată de semne, cu valori într-un spaţiu delimitat al realităţii. In această situaţie funcţia de semnificare poate fi una formală, cu toate avantajele şi limitările ce decurg de aici.

Relaţia semantică poate fi de două feluri:

- o relaţie care stabileşte semnificaţii de referinţă, asociind un semn cu o semnificaţie;

[23] Vezi definiţia complexităţii semantice din "Coerenţa mentalului şi formalului în experiment", în acest volum.

- o relaţie care stabileşte semnificaţia unui semn (obiect) şi în funcţie de un context dat printr-o delimitare.

Alocarea semnificaţiei de context presupune, implicit, şi o relaţie internă în mulţimea semnificaţilor. De fapt această relaţie există întotdeauna, dar în cazul semnificaţiei de referinţă ea este neglijată. (Nu este posibil ca întotdeauna această relaţie internă să poată fi definită formal, caz în care semnificaţia de context este stabilită printr-o funcţie neformală.)

Am putea spune că semnificaţia de context o include pe cea de referinţă, care apare numai atunci când relaţia internă în mulţimea semnificaţilor este "slabă", putând fi neglijabilă.

Putem concluziona evidenţiind relaţiile ce apar în şi între mulţimea semnificanţilor şi cea a semnificaţilor:

- relaţii interne:
  - relaţii sintactice formale în mulţimea semnelor (semnificanţilor),
  - relaţii formale sau neformale în mulţimea obiectelor (semnificaţilor),
- relaţii externe:
  - relaţia semantică referenţială,
  - relaţia semantică de context.

Toate aceste relaţii pot fi formale, în primul rând în virtutea delimitărilor impuse definirii mulţimilor pe care le presupun.

Semnificaţie - Sens

Distincţia dintre semnificaţie şi sens nu poate fi făcută într-o manieră strict formală. Semnificaţia este un concept formalizabil, dar sensul nu poate fi definit formal. În consecinţă, trecerea de la semnificaţie la sens nu poate fi formală. Vom încerca o delimitare coerentă a celor două concepte deoarece nu ne putem limita numai la a spune că unul este formal, iar celălalt este neformal.

O posibilă definiţie, formal-neformală, a sensului ar putea fi: *semnificaţia în contextul totalităţii*. Altfel spus, sensul este dat de semnificaţia de context în absenţa oricăror delimitări ale contextului. "Definiţia" anterioară debutează cu un concept formal (semnificaţia) şi se încheie cu unul neformal (totalitatea). Aparent, distincţia dintre semnificaţie şi sens este numai una cantitativă, dar trebuie să ne fie foarte clar că la **tot** nu se ajunge prin extinderea părţii!

Tranziţia de la o lume a relaţiilor marcate de delimitări, către relaţii în care spectrul acestora dispare, ne permite tranziţia de la semnificaţie la sens.

Informaţia generalizată

Folosind distincţiile anterior evidenţiate vom putea defini informaţia în cazul cel mai general [Drăgănescu '83].

Definiţia 1 Informaţia generalizată, N, este:

$$N =< S, M >$$

unde:

- S este o mulţime de obiecte (eventual semne) între care sunt definite relaţii de tip sintactic,
- M este înţelesul asociat elementelor din S.

◇

Deci, informaţia este înţelesul pe care-l poate avea un ansamblu de semne care posedă o anumită coerenţă internă (relaţie sintactică). Acest înţeles se poate raporta, în cazul general, la un individ, la o comunitate sau la o comuniune, la o maşină de calcul sau la părţi ale ei, dar şi la porţiuni ale existenţei mai mult sau mai puţin percepute ca atare de individ, comunitate, comuniune, maşină de calcul ... . Este evident că N nu poate dobândi o reprezentare formală decât dacă-i restrîngem domeniul de aplicabilitate, nuanţând pe M.

Definiţia 2 Structura informaţională (sau informaţia de tip sintactic) este:

$$N_0 =< S > .$$

◇

Structura informaţională nu este informaţie, ea se constituie numai în mediul (suportul) organizat care va permite manifestarea relaţiei ce dă naştere informaţiei. Necesitatea unui spaţiu organizat se impune datorită necesităţii de a oferi o descriere de o complexitate minimală mulţimilor de obiecte utilizate ca semnificanţi. Nu de puţine ori S este o mulţime infinită care nu poate fi descrisă finit, deci descrisă, decât dacă posedă o organizare internă.

Definiţia 3 Informaţia semantică este:

$$N_1 =< S, \mathbf{S} >$$

unde prin **S** s-a notat mulţimea semnificaţiilor asociate structurii sintactice S. ◇

Definiţia 4 Semnificaţia **S** are două componente:

$$\mathbf{S} =< R, C >$$

unde:

- R este semnificaţia de referinţă,
- C este semnificaţia de context.

◇

Definiţia 5 Informaţia fenomenologică este:

$$N_2 =< \sigma >$$

unde σ este sensul. ◇

În mod evident, înţelesul, în cazul general: $M =< \mathbf{S}, \sigma >=< R, C, \sigma >$, apare ca fiind dat de semnificaţia de referinţă, semnificaţia de context şi sens (semnificaţia în contextul totalităţii). R este o entitate formală, C poate fi formală, iar σ este neformală.

Forma paradoxală

> *"If there's any message at all for humankind in the results of Gödel, Turing, and Chaitin, it's that there is a forever unbridgeable gap between what's true and what can be proved."* [Casti '92]

Între spaţiul adevărului şi cel al demonstrabilităţii există un rest ce nu poate fi parcurs prin procedee formale. Există situaţii în care s-ar putea defini o reprezentare semnificantă, dar numai cu neglijări care, chiar dacă sunt cantitativ foarte mici, alterează esenţial conţinutul reprezentării primare. Esenţialul este determinat, în acest caz, de o parte cantitativ nesemnificativă din reprezentarea primară. Unicitatea reprezentării primare nu poate tolera o reprezentare semnificantă, care se extinde peste o clasă de echivalenţă. Deci, reprezentarea formală nu este posibilă,

iar cea semnificantă ar fi cantitativ posibilă, dar calitativ inacceptabilă. Este cazul unei realităţi cu sens, dar fără semnificaţie. Esenţialul se află în acea mică parte a reprezentării prin eliminarea căreia ar fi posibilă reprezentarea semnificantă. Uneori derizoriul joacă un rol dominant, poate "regla chiar procese universale"[24].

Există, deci, realităţi în a căror reprezentare primară individul, comuniunea şi, uneori, comunitatea ştiinţifică recunosc o ordine (o posibilă semnificaţie evidenţiabilă printr-o reprezentare semnificantă) peste care se suprapune, integrat indestructibil, un rest. Dar acest rest nu mai poate fi înlăturat pentru a permite o reprezentare semnificantă.

De ce acest rest nu poate fi înlăturat? Pentru că ţine de conexiuni ce un pot fi evidenţiate într-un spaţiu delimitat. Atunci când restul este conectat la tot, orice neglijare are consecinţe imprevizibile şi, prin aceasta, catastrofale. Nimeni nu şi le va asuma. Şi astfel omul păstrează lângă sine, îngrijorat, sensurile, chiar atunci când nu le găseşte nici o semnificaţie. (Să fie vorba de teama pe care o avem de o posibilă acţiune a sensurilor fără semnificaţie?) Cu această introducere putem risca propoziţia următoare.

Teză Există cel puţin un obiect P, ce aparţine unei structuri sintactice S, care poate satisface Definiţia 5 fără a satisface şi Definiţia 3. $\diamond$

Această teză nu se bazează în totalitate pe concepte formale, depăşind coerent formalul. Complexitatea lui P nu permite asocierea unei semnificaţii printr-o reprezentare semnificantă, dar diferenţa minoră, subiectiv sesizabilă, face astfel încât sensul să fie posibil. Mental, restul, care nu permite semnificaţia, poate fi conştientizat, astfel încât posibila semnificaţie plus restul să poată genera sensul. Deci, restul face ca sensul să nu poată tolera semnificaţia pe care acesta din urmă se bazează. Sensul este o formă limită a semnificaţiei, atât timp cât restul nu este implicat. Teza anterioară poate fi reformulată astfel încât "paradoxul" să poată fi evidenţiat.

Paradox 1 Conform teoriei generale a informaţiei, există cel puţin un obiect P cu sens şi fără semnificaţie. $\diamond$

Diferenţa esenţială între paradoxul anterior şi cele cunoscute este aceea că l-am formulat conştienţi de cauza ce-l generează: restul. Astfel, credem că starea paradoxală este suspendată, paradoxul putând fi tolerat fără a ne mai strădui să-l înlăturăm. El este o limită pe care ne-am asumat-o, delimitându-ne pentru a permite comunitatea ştiinţifică. Ceea ce ignoram, restul, pentru a putea avea ceva în comun, se răzbuna sub forma paradoxului. Dar, gândind cu rest cu tot, ne putem relaxa în preajma paradoxului. El poate fi integrat într-un demers circular, mai mult decât bimilenar, dacă-l reformulăm, după cum urmează, adăugându-i şi perspectiva teoriei algoritmice a informaţiei.

Paradox 2 Există propoziţii cu sens, P, cu o complexitate atât de mare încât semnificaţia lor nu poate fi decisă. $\diamond$

Decizia privitor la semnificaţie nu se poate lua decât în baza unei reprezentări semnificante (Propoziţia 4, Anexa 1), care nu poate fi construită decât pentru o reprezentare primară simplă (Propoziţia 2) sau simplificabilă (Propoziţia 4). Deci, complexitatea algoritmică [Chaitin '90] prea mare, datorată **rest**ului ce nu poate fi neglijat, nu ne permite să decidem în privinţa semnificaţiei. (Reprezenterea primară nu este pur aleatoare decât strict formal.)

În decursul timpului, de fiecare dată când paradoxul a bântuit sistemele formale, a putut fi găsită o propoziţie P, astfel încât, succesiv, s-a concluzionat că:

- "nu se poate *decide* dacă propoziţia P este *adevărată*" (Epimenide);
- "*adevărul* acestei propoziţii nu este *demonstrabil*" (Gödel);
- "nu se poate *demonstra* că această propoziţie este *calculabilă*" (Turing);
- "nu se poate *calcula* un număr mai *complex* ca cel specificat de propoziţia P" (Chaitin);

[24] Vezi "Limita ca valoare", în acest volum.

- "*complexitatea* propoziţiei P, cu sens, nu permite ca semnificaţia ei să fie *decisă*".

Pe rând, conceptele:

decidabil - adevărat - demonstrabil - calculabil - complex - decidabil - ...

se înlănţuie, pînă când, prin decidabilitate, se închide un cerc care permite ieşirea din paradox.

Ieşirea din paradox

De câte ori gânditorii nu şi-au putut reprima pornirile disociative, paradoxul s-a manifestat ameninţător sau stimulant. Disocierile s-a manifestat la două niveluri:

- disocierea de rest, să o numim disocierea fenomenologică;
- iar în spaţiul rămas, disocierea între adevărat şi fals, între demonstrabil şi nedemonstrabil, între calculabil şi necalculabil, între complex şi simplu, între decidabil şi nedecidabil, ..., să le numim disocieri semantice.

Cauza principală a blocării în paradox a fost disocierea celor două tipuri de disocieri, a celor fenomenologice de cele semantice. Admiţând că ambele există se poate ieşi din paradox. Este această decizie formală sau neformală? Credem că este raţională. Atunci când şi restul are un rost, raţiunea se substituie alternativei formal-neformal. Mai mult, prezenţa restului suspendă necesitatea disocierii alternativelor. Din acest motiv, am dori ca raţiunea să fie privită nu ca o alternativă, ci ca punte între *formă* şi *devenire* [Platon T], între *fiinţă* şi *Dasein* [Heidegger '47], între *în* şi *întru* [Noica '70], între *structural* şi *fenomenologic* [Drăgănescu '79], între *civilizaţie* şi *cultură* [Maliţa '93].

Raţiunea, sprijinită de rest, ne-ar putea scăpa de caruselul alternativelor.

Noiembrie 1993

Aşteptând anul 2000

Nu ştii, pentru că nu îndrăzneşti să-ţi imaginezi.

Mircea Eliade, *Podul*, 1963

O luciditate[25] răutăcioasă ne duce cu gândul la faptul că anul 2000 capătă o semnificaţie distinctă numai în virtutea unei simple convenţii. Faptul că baza de numeraţie curent folosită este cea de zece, face ca 2000 să fie o cifră rotundă. Dacă am fi fost şi cotidian sub incidenţa binarităţii un număr rotund de ani s-ar fi împlinit în 2048 şi poate ne-am fi simţit obligaţi să-i aşteptăm cu 4096 de zile înainte, nu cu 3000 cum o facem acum[26]. Alegerea unui an ca fiind mai semnificativ numai în virtutea unei convenţii formale este caracteristică pentru obsesiile structural-formale pe care civilizaţia europeană le are, într-un crescendo ce îşi are originea, într-adevăr, în urmă cu 2000 de ani.

Poate ar fi mai corect să spunem că nu aşteptăm anul 2000, ci marcăm sfârşitul unui proces ce, în Occident, durează de aproximativ două milenii. Perioada pe care o parcurgem este caracterizată printr-o acută conştientizare a limitelor unui mod de gândire ce s-a dorit, într-un proces rapid de creştere, la îndemâna tuturor. Depăşirea elenismului a însemnat o înregimentare pe calea *sigură* a unei evoluţii *rapide*. Atunci când "Adevărul sunt Eu" devine cuvântul călăuzitor, adevărurile din oameni pălesc şi reflexul lor jalnic se întrupează în adevărul formal sau în cel absolut, uşor de mânuit, de impus sau de manipulat.

Exersarea *adevărului*, într-o lume în care *adevărurile* individuale contează din ce în ce mai puţin, a permis impunerea formal-structuralului ce a acaparat umanitatea până la uitare de sine. Şi aşa ajungem să fim obsedaţi de diverse ciclicităţi.

Există însă şi coincidenţe care ar putea justifica atenţia pe care o acordăm acestui sfârşit de mileniu. Caracteristica cea mai importantă a etapei prin care trecem este dată de o *pregnantă sesizare a limitelor* în domenii în care gândirea structural-formală este determinantă.

La o analiză mai atentă, civilizaţia occidentală este practic egal distanţată şi de cea orientală şi de vechea civilizaţie greacă. Ne revendicăm din ce în ce mai puţin justificat ca urmaşi ai elenismului antic în cadrul căruia raţionalitatea şi spiritualitatea fuzionau până la indistincţie. Mentalitatea creştină a segregat aceste două forme, aproape am putea spune că le-a creat, introducând umanismul occidental pe o dublă traiectorie: una a raţionalismului formal fundamentat şi alta a spiritualităţii ca atitudine dată nemijlocit. Dinamismul exacerbat al primei traiectorii nu a permis în nici un moment spiritualităţii

[25]Acest text a fost publicat, sub titlul "Şansele depăşirii limitelor", în *Academica*, nr. 3 (15) din ianuarie 1992.

[26]Ideile cuprinse în acest text au fost expuse cu ocazia mesei rotunde, cu tema "Mai sunt 3000 de zile până în anul 2000", organizată de Academia Română în 14 octombrie 1991.

să-şi pună amprenta pe creaţii ce rezultau din faptul că omul occidental dorea să evolueze rapid şi sigur către un scop pe care nu mai avea timp să-l precizeze.

Antichitatea elină percepea demersul ştiinţific în două maniere distincte dar strâns legate. O primă modalitate este cea *theoretică* ce presupune o cunoaştere nemijlocită, iar cea de a doua este cea *epistemică* reprezentând abordarea deductivă, mijlocită de procedee raţionale. O bună îmbinare a celor două maniere poate garanta cunoaşterea consistentă cu realităţi oricât de profunde. Orice balansare în favoarea uneia sau alteia afectează consistenţa sau profunzimea. Civilizaţia occidentală a ales pentru ştiinţă calea *epistemică*. Componenta *theoretică* s-a prezervat, atrofiată, în afara ştiinţei, sub forma unui iluzoriu demers care încerca să menţină omul în preajma sacrului.

În ultimele două milenii, pentru noi occidentalii, ştiinţa a însemnat o cale preponderent *epistemică*, ce a asigurat consistenţa construcţiilor ştiinţifice cu o realitate superficială. Cartezianismul dă un impuls definitiv acestei tendinţe, împlinită în ultimele decenii printr-o profundă criză rezultată din sesizarea unor limite fundamentale. Ştiinţa îşi argumentează acum incapacitatea de a pătrunde realităţi ce depăşesc o anumită profunzime, iar tehnologia se află în imposibilitatea de a stăpâni complexităţi peste un anumit nivel.

Calea *epistemică* este încununată de formal-structuralismul ce domină ştiinţa contemporană. În cadrul acesta avem însă privilegiul ca, la acest final de mileniu, să demonstrăm riguros că limitele de care suntem marcaţi sunt foarte jos. Există probleme curente, banale, ce nu-şi pot găsi soluţii formale; există funcţiuni esenţiale ce nu pot fi realizate tehnologic într-o manieră pur structurală. Chaitin[27] şi Bremermann[28] aduc argumente incontestabile în acest sens.

Spaţiile în care căutăm soluţii prin mijloace formale sunt uneori atât de mari încât, chiar dacă posedăm un algoritm de calcul, nu ne putem permite să-l folosim pentru că pe cele mai rapide sisteme de calcul, soluţia poate fi găsită de multe ori numai în sute sau mii de secole[29]. Dar este foarte interesant că o soluţie "ghicită", prin nu ştiu ce procedee, poate fi validată sau invalidată, în majoritatea cazurilor, într-un timp nesemnificativ de mic[30].

Deci, căutarea *epistemică* este uneori inutilă, pe când verificarea unei intuiţii *theoretice* se poate face foarte uşor. Dar, din păcate, am pierdut abilitatea de a îmbina eficient *epistemicul* cu *theoreticul*. Singura noastră şansă, acum când suntem şi conştienţi de limitele ce ne domină, este aceea de a reînnoda vechea deprindere elină de a face ştiinţă prin validarea (*epistemică*) a unor inspiraţii (*theoretice*) fericite sau bine stimulate.

Recuperarea se va putea face printr-un proces educaţional stimulativ pentru capacitatea *theoretică* de acces nemijlocit la realităţi profunde sau la soluţii ce se găsesc scufundate într-un spaţiu oricât de complex. Procesele educaţionale care *formează* vor trebui înlocuite cu altele ce *deschid* accesul către modalităţi ce presupun intuiţie, capacitate nemijlocită de abordare [Ştefan '90]. Ne-am obişnuit să educăm astfel încât să stimulăm

[27] Vezi anexa A3 din "Limita ca valoare", în acest volum.

[28] Vezi secţiunea "Limitări fizice" din "Conştientizarea limitelor în informatică", în acest volum.

[29] Vezi anexa A2 din "Limita ca valoare", în acest volum.

[30] Majoritatea soluţiilor problemelor complexe sunt distribuite într-un spaţiu ce se ordonează arborescent. Căutarea unei soluţii, pentru o variabilă de intrare dată, presupune, de regulă, parcurgerea, în cel mai defavorabil caz, a întregului spaţiu. Un spaţiu arborescent structurat are o complexitate exponenţială, presupunând un timp foarte mare de căutare. Dar, dacă, printr-un procedeu neformal "ghicim" o soluţie poziţionată într-una din "frunzele" arborelui, atunci validarea ei se face parcurgând arborele pe cel mai scurt drum către tulpină, într-un timp care este, de regulă, proporţional cu logaritmul complexităţii arborelui. Validarea presupune deci un timp nesemnificativ de mic în comparaţie cu căutarea soluţiei.

numai capacitatea de a găsi sigur soluţii într-un spaţiu limitat. Va trebui să ne obişnuim cu gândul că trebuiesc căutate soluţii în spaţii mult extinse, cu riscul asumat de a nu găsi nimic sau de a găsi lucruri imprevizibile, utile sau nu, iar uneori chiar nocive. Am dezvoltat tehnici educaţionale ce asigurau rezultate sigure şi previzibile. Va veni timpul în care să ne asumăm riscul unui proces educaţional mai puţin controlat; astfel, ne vom mărgini la ceea ce obţinem acum prin procesul de iresponsabilă atrofiere a unor capacităţi naturale inimaginabil de mult extinse peste graniţa celor ce ne-am obişnuit să exersăm în lumea noastră multilateral limitată.

Se vorbeşte din ce în ce mai mult, şi din perspectiva limitelor pe care le are ştiinţa contemporană, de o profundă criză a spiritualităţii. Nu de spiritualitate ducem însă lipsă, ci de capacitatea de a îmbina raţionalitatea şi spiritualitatea în cadrul oricărui demers cognitiv sau constructiv, astfel încât să depăşim blocajul în care ne-a adus raţionalitatea pură, în tendinţa pe care a avut-o de a monopoliza manifestările comunitare ale omului. Disjuncţia dintre raţional şi spiritual a permis dezvoltarea unor comportamente ce au sărăcit umanul până la limita degenerării într-o specie la care aceste două componente să se excludă.

De fapt raţionalitatea şi spiritualitatea sunt comportamente limită la care, să sperăm că nici un individ real nu a putut ajunge. *Refacerea unităţii, pierdute într-o rătăcire bimilenară, între raţional şi spiritual, constituie şansa depăşirii limitelor pe care ştiinţa şi le-a descoperit.* (S-ar putea ca şi pura spiritualitate să fie marcată de limitări pe care nu le exteriorizează). În acest sens Mihai Drăgănescu distinge între structural, fenomenologic şi structural-fenomenologic [Drăgănescu '79, 85]. Credem că omul se poate împlini numai printr-un demers structural-fenomenologic. El are o relaţie superficială, directă şi una profundă cu oamenii şi cu existenţa, este legat atât structural cât şi fenomenologic. De aceea gândul şi acţiunea omului devin consistente numai într-o variantă structural-fenomenologică.

Să ne pregătim pentru mileniul următor încercând să redăm omului o *unitate* ce a fost sistematic subminată în numele unor unităţi ce se doreau constituite în afara şi deasupra lui. Unitatea ştiinţei şi cea a credinţei au subminat unitatea omului pentru că şi-au clădit edificiile fragile eludându-l şi minimalizându-l.

La vechii greci *theoreticul* şi *epistemicul* constituiau o unitate pentru că slujeau *adevărul fiecărui om în parte.* Raţionalitatea şi spiritualitatea se referă, fiecare, la câte *un singur adevăr* ce se află în afara oricăruia dintre noi. Refacerea unităţii, pierdute timp de două milenii, va readuce, poate, fiecăruia propriul adevăr în mileniul ce urmează. Adevărul se va sparge în nenumărate adevăruri, împlinindu-se deasupra distincţiei dintre raţional şi spiritual.

Octombrie 1991

Nostalgia formalului

Rămâne însă mereu valabilă vorba, aproape trecută cu vederea, din Poetica lui Aristotel, cum că poezia este mai adevărată decât cercetarea sistematică a adevărului.

M. Heidegger

Trăirea[31] adevărului degenerează, odată cu explozia creştinismului în lumea europeană, sub forma *credinţei* în adevăr, ca înregimentare pe calea unui progres nimicitor. Raţionalitatea greacă, pentru care trăirea adevărului era o *stare* existenţială, se baza pe fermitatea şi supleţea atitudinii individuale, pe când carteziana *căutare* raţională a adevărului se bazează pe credinţa existenţei lui în afara omului. În comunitatea elenă fiecare-şi trăia propriul adevăr, pe când în lumea noastră căutând adevărul, încercăm să-l *impunem formal* tuturor, în virtutea eficienţei sincronizării unor gesturi exterioare. Coerenţa *formală* devine chezăşia adevărului. Numai că "chezăşia poartă nenorocire", a scris unul dinte cei şapte înţelepţi pe frontonul templului lui Apollo din Delphi. Nu putem spune că nu am fost avertizaţi. Dar omul şi comunitatea nu au crezut niciodată în profeţiile pe termen lung. Au trebuit să treacă mai bine de două milenii şi jumătate pentru ca nenorocirea care ne paşte sub chezăşia formalului să devină o limită sesizată, recunoscută şi din ce în ce mai mult luată în seamă.

Dintru început au apărut în lumea formelor incompatibilităţi evidente, ignorate cu dezinvoltură în euforia generată de spectacolul înţelegerii, stăpânirii şi construcţiei unei lumi trunchiate. Astfel, spre exemplu, imediat ce s-a cristalizat conceptul de pătrat a devenit evident faptul că diagonala lui, deşi putea fi coerent definită, ducea la un concept de nerostit. Intr-o lume primară a formelor geometrice dacă pătratul exista atunci diagonala lui nu putea fi complet specificată ca dimensiune printr-un şir finit de simboluri sau, invers, dacă diagonala lui este definibilă atunci patrulaterul nu este un pătrat. Fără să stea mult pe gânduri, omul a nuanţat lumea formelor definind sublumea numerelor iraţionale şi odată cu aceasta, a creat iluzia că un *nume* se poate substitui unei secvenţe infinite, fără nici un fel de penalizări. In cazul exemplului nostru, diagonala este proporţională cu $\sqrt{2}$, acest din urmă simbol substituindu-se unei secvenţe ce nu va putea fi actualizată niciodată. Am considerat astfel problema rezolvată, mulţumindune să construim în lumea formelor, în încercarea de a compensa limite fundamentale ale acesteia. Corespund nuanţările şi structurările formale diversităţii realităţii concrete,

[31] Acest text a fost publicat în *Academica* nr. 1, octombrie 1990.
Alcătuirea volumului s-a făcut prin selectarea unor texte redactate de autor în ultimii aproximativ 10 ani. Cu această ocazie a fost comasată bibliografia, au fost corelat notele şi s-au eliminat unele repetiţii, inerente în cadrul unor texte scrise independent.

căpătând prin aceasta o justificare dată de tendinţa spre consistenţă? În mod cert, nu. Lumea formelor nu este una paralelă, ci este o altă lume în care ne complacem în tentativa de a închega o comuniune, tentativă eşuată în cimentarea unor comunităţi.

Limitele viziunilor formale, chiar dacă au fost sesizate din start (am putea menţiona şi paradoxul mincinosului sau competiţia, teoretică, câştigată de ţestoasă în faţa lui Achile), nu au constituit un impediment în dezvoltarea acestora, deoarece efectul lor nu apare o dată cu aceste manifestări incipiente. Numai după o îndelungată şi aprofundată folosire, numai după ce implicaţiile încep să depăşească graniţele lumii formelor, aceste limitări, de care suntem riguros convinşi numai de aproximativ o jumătate de secol, încep să-şi arate adevărata dimensiune. O dată cu aceasta se dezvăluia şi imensul gol de spiritualitate pe care travaliul formal l-a determinat în trăirea individuală. Omul se descoperă golit de resurse esenţiale ce-i permiteau accesul la realitatea interioară şi exterioară lui. Altfel spus, omul se regăseşte golit de adevăr tocmai pentru că a *crezut* în acesta, apoi l-a *căutat* raţional şi, în final, a încercat să-l *impună formal*.

Vom putea recâştiga, în locul credinţei în adevăr, *trăirea* adevărurilor, resugerate, parcă reconciliant, şi de libertatea din lumea formelor? Prin această sugestie se manifestă, poate, efectul cel mai pozitiv al diferitelor formalisme. Suntem încurajaţi în speranţa reamintirii existenţei adevărurilor care s-ar putea reîmplini în oameni. Astfel, după o rătăcire bimilenară, vom reuşi, poate, să reînnodăm, printr-o veritabilă renaştere, firele destrămate ale trăirii şi raţionalităţii care la greci se împleteau atât de armonios. Avem chiar o şansă în plus. Sincronizările totalizante în gest au avut şi unele efecte pozitive, pentru că ne-au permis exteriorizarea majorităţii comportamentelor împovărătoare. Ne regăsim deja, în mare parte, eliberaţi de necesitatea unor excesive "specializări" ce blocau realizarea echilibrului absolut necesar împlinirii individuale.

Ce ne mai opreşte atunci să refacem în fiecare dintre noi armonia dintre propriul demon şi o raţionalitate aflată, în primul rând, sub imperiul sincronizării în gând şi numai apoi sub acela al sincronizării în faptă ? Cred că *nostalgia formalului*. Şi mai ales o nostalgie care nu urmează unei împliniri, ci numai unei dorinţe parţial sau deloc satisfăcute.

Un procedeu nu-şi poate dovedi limitele esenţiale decât exersat peste un anumit nivel. Cochetăriile incipiente cu diverse formalisme sunt spectaculoase, atractive şi deosebit de tentante. Abordarea formal-sistemică se manifestă ca limitativă în primul rând pentru cei ce au practicat-o intens, cu succes, ajungând până în zonele în care ea-şi dovedeşte neputinţa. Pentru a da un prim exemplu, să ne reamintim că Hegel anunţa sistemul său filosofic ca fiind ultimul, fapt care nu ar trebui interpretat ca un gest arogant, ci drept o înţelegere superioară a ceea ce ajunsese filosofia. Numai cine a dezvoltat sistemic acest domeniu până lă nivelul la care a făcut-o Hegel este îndreptăţit să emită o astfel de părere. In ultima sută de ani această sentinţă a fost urmată, cu toate că nu s-au făcut referiri explicite la ea, astfel că majoritatea gândurilor, sugestiilor şi atitudinilor realmente filosofice nu au mai îmbrăcat o haină sistemică. Chiar dacă mulţi gânditori au mai avut nostalgia dezvoltării unor sisteme filosofice, împlinirea şi-au găsit-o numai în preocupări ce străpungeau spectaculos barierele rigide ale unor mentalităţi şi obsesii formal-sistemizatoare.

La cealaltă extremă, în lumea matematicienilor, odată ce au început preocupări pentru fundamentele geometriei, logicii, aritmeticii, pe la mijlocul secolului trecut, s-au înmulţit semnele de întrebare, iscate la început de anumite singularităţi aberante, obţinute drept consecinţă a unor construcţii ce păreau defectuoase. Căutându-se defectele au fost descoperite mecanismele esenţiale responsabile pentru procese ce limitau fundamental posi-

bilităţile şi pretenţiile unei ştiinţe întemeiate strict formal. Incepând din 1931 avem la dispoziţie o teoremă care probează limitele esenţiale în posibilitatea omului de a obţine o teorie formală în care adevărul să poată fi riguros tranşat[32]. Nu numai că formalismele deschiseseră calea adevărurilor, dar acum apare posibil un adevăr arbitrar. Putem construi riguros un obiect formal a cărui valabilitate nu o putem riguros demonstra şi suntem obligaţi să-l admitem, eventual, ca pe un adevăr.

Cei ce utilizau sistemele formale nu au fost prea afectaţi de această descoperire făcută în lumea formelor. Ei erau numai cu un picior în ea şi călcau pe o porţiune infimă foarte îndepărtată de frontierele arătate de K. Gödel. Pentru a da numai un exemplu, pot aminti că un inginer care dimensionează printr-un calcul riguros cablul unui lift, după ce obţine diametrul secţiunii îl înmulţeşte cu patru dacă liftul transportă persoane. Acest inginer ştie dintr-o experienţă reală, neformală, că în calculul său riguros a neglijat atâtea procese fizice posibile încât corecţia pe care o face nici nu este prea grosolană. Un astfel de inginer nu va fi niciodată îngrijorat de consecinţele teoremei lui Gödel.

A intrat în arenă însă o nouă categorie de ingineri, care structurează în lumea unor maşini ce au o componentă fizică dar şi una informaţională, astfel îngemănate încât sunt capabile de un comportament formal foarte avansat. Aceşti ingineri sunt obligaţi să cutreiere lumea formelor de la un cap la altul, nu se mai pot mulţumi numai cu un picior în această lume. Astfel, nu de puţine ori, inginerul se apropie de frontiera cu lumea proceselor ce scapă de sub controlul formelor chiar dacă sunt o emanaţie strictă a acestora. Ar trebui să dezvăluim, pentru cei ce încă nu ştiu, că aceşti minunaţi ingineri şi maşinile lor de calculat nu sunt în stare să rezolve următoarea problemă: fiind dată o maşină de calcul, un program şi un şir de simboluri drept date de intrare, să se determine dacă maşina se va opri într-un timp finit, generând un rezultat oarecare. Pare o problemă fundamentală. Nu cunoaştem soluţia ei, dar acest lucru nu ne împiedică să folosim cu dezinvoltură calculatoarele. De ce? Pentru că încă nu am ajuns să punem probleme suficient de importante, suficient de complexe acestor maşini.

Se pare că înainte de a ajunge la probleme fundamental insolubile trebuie să depăşim o altă barieră, cea a *complexităţii*. Această barieră nu este numai o limită tehnică. Ea obturează faptul că în spatele ei nu se află nimic. Tehnicienii şi matematicienii gândesc încă maşini din ce în ce mai complexe pentru a rezolva probleme care ei cred că încă se mai pun. Se pare însă că, peste o anumită limită, nu se mai pot pune probleme, în sensul că mecanismele formale nu ne mai ajută, decât dacă cunoaştem dinainte soluţia. Sub incidenţa algoritmului se află o minoritate infimă din mulţimea problemelor pe care oamenii visează să le rezolve. Acest lucru este demonstrat de preocupările pentru fundamentarea, în ultimele decenii, a *teoriei algoritmice a informaţiei*[33]. Principalul realizator în acest domeniu, coinităiat cu Kolmogorov şi Solomonoff, este G. Chaitin, cel care reuşeşte să ne convingă că putem da socoteală algoritmic, deci printr-un mecanism formal, numai de o infimă parte a proceselor sesizabile în realitate[34], pentru toate celelalte nu putem să reacţionăm decât printr-o percepţie globală neînsoţită de o înţelegere detaliată, discursivă, ce ar implica mecanisme inteligente. Realitatea, în ceea ce are mai important, nu se poate supune agresivităţii formalizante care să faciliteze o înţelegere sau o deducţie în virtutea unui algoritm sau a unei euristici. Unii se vor consola cu această constatare, dar cred că majoritatea ar trebui să se bucure.

[32]Vezi nota 17 din "Limita ca valoare", în acest volum.

[33]Vezi "Teoria algoritmică a informaţiei", în acest volum

[34]Vezi anexa A3 din "Limita ca valoare", în acest volum.

Dacă la Hegel avem de-a face cu o observaţie referitoare numai la filosofie, la Chaitin, autoritatea sa de matematician ne pune în faţa unui rezultat universal valabil, pe care, atunci când îl vom pătrunde cu toţii în esenţa lui, nu-l vom mai putea ignora, marcându-ne definitiv atitudinea faţă de lumea formelor.

Nostalgia formalului rămâne să se mai manifeste în cercurile în care acesta nu a apucat să se împlinească suficient. Numai cei ce nu au practicat la un nivel profesional gândirea formală îşi mai fac cu inocenţă iluzii asupra infailibilităţii ei.

Îngrădind sfera de valabilitate a formalismelor, obţinem o delimitare benefică în primul rând acestora. Graniţa pe care o construieşte Chaitin conturează ferm tărâmul pe care formele se pot manifesta spectaculos. În acelaşi timp, în afara acestui spaţiu, trebuie să ne îngrijim pentru găsirea altor modalităţi de cunoaştere şi clădire. Filosofia este, de data aceasta, cea care ne oferă, aşa cum întotdeauna a făcut-o, sugestii şi procedee de depăşire a formal-sistemicului. Civilizaţia europeană îşi apropie din ce în ce mai mult gândul că într-o lume sprijinită pe etnosferă şi tehnosferă, în care omul s-a exteriorizat eliberându-se, adevărul se poate reface în fiecare dintre noi, obsesia supraexistenţei lui unice fiind definitiv sfărâmată o dată cu sacrificiul pe care formalismele l-au făcut delimitându-se.

15-16 Aprilie, 1990.

INFORMAŢIA ÎNTRE CONCEPT ŞI ILUZIE

Inteligenţa artificială - un nou pas spre sincronizarea gândului

Apoi am vorbit... despre limitele exprimării verbale, despre înfricoşătoarea experienţă că orice încercare de a comunica ceva din sine poate reuşi doar cu bunăvoinţa celuilalt".

Max Frish

O dată[35] cu scurgerea timpului, omul a creat din ce în ce mai multe *lucruri noi* şi tot mai puţine *gânduri noi*. Dacă afirmaţia pare prea tranşantă, am putea-o atenua spunând că un număr tot mai mic de gânduri noi s-au impus comunităţii?

Sincronizarea în acţiune a presupus cuvântul şi, drept consecinţă, comunitatea în gând a pălit faţă de comunitatea în faptă. Prin "hei rup-ul" iniţial, şi ceea ce a urmat, am sincronizat acţiuni exterioare, ne-am învăţat să fim într-un gest şi mai puţin într-un gând. Atitudinile noastre au evoluat în comunitate, pe când gândul a resimţit în solitudine, numai multiplu mijlocit, efectele convieţuirii.

Gândurile noi, atâtea câte au fost, s-au referit cu obstinaţie la noi modalităţi de acţiune. Noul s-a manifestat spectaculos în tehnologie, sprijinind acţiunea, demersul prin care tehnosfera se extinde continuu. Inventăm la suprafaţă, în formal, dar nu reuşim la fel de mult să aprofundăm şi să clădim în neformal. (Poate însăşi ideea de a "clădi în neformal" să nu se potrivească gândului care nu clădeşte, ci *gândeşte*). Pătrundem cu gândul lumea numai atât cât să întrevedem posibilitatea de a o pune în slujba noastră direct,într-un mod nemijlocit de o perspectivă suficientă.

Trecând prin istorie, cât am reuşit să adăugăm înţelepciunii celor vechi? Pentru grecii din vechime "tu eşti" spus de zeu, echivalabil prin "eu sunt" pentru om, era o *premisă*, un adevăr nemijlocit [Aristotel M] dat omului pentru a declanşa filosofarea [Dumitriu '74], [Drăgănescu '85b]. Dar este suficient să ne reamintim că, la câteva mii de ani numai, pentru Descartes "eu sunt" era o *concluzie* şi vom putea estima măsura decăderii gândului manifestat. Poate că gândul a avut ambiţia pregnanţei acţiunii, implicându-se în comunitate mai mult şi mai altfel decât o permitea natura sa. De aici eşuarea în formal, prin sărăcirea ce a permis manifestarea.

Dar aşa cum gestul a căpătat o dimensiune comunitară, nu poate şi gândul aspira la depăşirea solitudinii? Pentru aceasta este nevoie de conştiinţa unei necesităţi şi de speranţa unei împliniri.

[35] Acest text a fost publicat în vol.: *Sisteme de inteligenţă artificială*, Ed. Academiei Române, 1991; comunicare la *Cel de al doilea simpozion naţional de inteligenţă artificială*, octombrie 1985.

Oamenii au vrut să se înţeleagă între ei şi au creat un canal de comunicare: limbajul, care s-a dovedit o barieră de netrecut pentru gând în ceea ce are el profund şi unic. Sincronizarea în faptă a impus comunicarea, legând gestul de cuvânt, omul de oameni (nu de om), fapta de om, atât de puternic încât omul a pierdut sentimentul *introdeschiderii* [Drăgănescu '78], devenind o fiinţă *deschisă* către comunitate şi tehnosferă mai mult decât către existenţă, *în* care este, nu *întru* care ar terbui să devină [Noica '68] făcând-o şi pe ea, la rândul ei, să devină.

Gândurile unor filosofi au răzbătut spre comunitate, aşa cum şi atât cât se poate răzbate spre comunitate, dar nu este sigur că ele au ajuns la oameni. "Devenirea întru fiinţă", ca un *mod*, şi "introdeschiderea" ca o *cale*, ambele fiind oricum mai mult decât numai un mod sau o cale şi prin aceasta apropiindu-se, încearcă să străpungă bariera limbajului pentru a ajunge la oameni, nu în calitate de concepte care comunică, ci de simboluri care declanşează. Astfel, *gândul se sincronizează, devine gând nelegat de minte şi prin aceasta gând ce poate acţiona*. Dar unde?

Sincronizarea în faptă permite acţiunea oamenilor în *universul nostru*, sincronizarea în gând ar putea permite acţiunea în existenţă la palierele cele mai profunde, în sensul întrevăzut de Mihai Drăgănescu în "Profunzimile lumii materiale", din care citäm:

> *"De aceea s-ar pune mai întâi problema modului nostru de acţiune în ortoexistenţă, cum anume, cu mintea noastră sau cu ce unelte sau maşini specifice ale viitorului? Iar în ortoexistenţă cum am putea trece la porţiuni ale existenţei modificând proprietăţi sau legi ale substanţelor? Până aici, dacă modelul se va confirma, vom avea un drum lung. Dar el ne-ar da drepturi mari asupra naturii, posibilităţi nelimitate de creaţie, atât de depline încât s-ar putea să hotărâm un nou experiment existenţial, un nou univers cu legi pe care noi le vom fi imprimat în "genele" ortoexistenţei. Materia şi-ar deschide noi cicluri datorită conştiinţei subiecţilor vii, lumea materială ar trece prin momente de înaltă conştiinţă."* (pag. 204)

Omul a devenit puternic, în lumea ce-l înconjoară direct, prin *sincronizarea gestului*; îşi va putea extinde puterea prin *sincronizarea gândului*. Fără acest salt nu-şi va putea depăşi actuala condiţie de fiinţă constrânsă sub imperiul gesturilor şi cuvintelor, ca manifestări exterioare, superficiale, ce mimează comunitatea. De multe ori când ne îndemnăm să fim "într-un gând" nu ne referim de fapt decât la a fi "într-un gest". Calea spre civilizaţie s-ar putea să fie condiţionată de depăşirea gesturilor sincronizate prin cuvinte.

Întreaga evoluţie a umanităţii a fost marcată de un şir de exteriorizări [Gourhan '64] ce au permis eliberarea oamenilor de restricţii ce limitau devenirea. A. Leroi-Gourhan are cel puţin pe jumătate dreptate când, în textul citat, spune:

> *"În prezent adaptarea nu s-a terminat: evoluţia a atacat un nou palier, cel al exteriorizării creierului..."* (vol.2, pag. 50)

Nu creierul este cel ce urmează a fi exteriorizat, ci funcţia sa inhibitoare de canal ce a permis comuniunea numai prin comunicare. Aşa cum evoluţia omului a evitat transformarea unghiilor în gheare, a sosit momentul să evităm transformarea creierului într-o maşină formală, condusă formal. Ne-am exersat în a convieţui prin limbaje, ce devin din ce în ce mai riguroase, mai neexpresive şi mai limitative, încât apare riscul ca în curând să nu mai existe distincţii notabile între dialogul purtat de două persoane şi cel purtat între două maşini. Ne bucurăm că maşinile pot deveni atât de performante, dar este obligatoriu ca,

tocmai de aceea, omul să încerce fructificarea la maximum a acestui câştig. Tot ceea ce în deprinderile omului era marcat de analitic, de formal, de rigoare va putea fi *exteriorizat*, omul găsindu-se eliberat de o funcţie inhibitoare. În preistorie orice om putea să scurme pământul în căutarea unor rădăcini comestibile, dar lucrurile nu au evoluat în sensul specializării unor indivizi în căutarea eficientă a hranei prin acest procedeu, ci în sensul exteriorizării acestei funcţii într-o porţiune din tehnosferă. Utilizarea tablei înmulţirii este o deprindere comună populaţiilor civilizate, dar în perspectivă se va dovedi inutilă, omul eliberându-se de un stereotip ce i-a marcat o mică parte din istorie. Înainte de aceasta omul se va elibera poate de stereotipii verbale şi comportamentale ce-l marchează mult mai mult. Ne putem saluta şi printr-un *gând bun* adresat celui cu care ne întâlnim, găsind o modalitate mai puţin zgomotoasă şi formală de manifestare.

Nimic nu este mai simplu ca un gest formal şi nimic mai complicat ca un gând bun. Oamenii ce se vor saluta în absenţa oricărui gest formal, numai cu un gând bun, vor fi altfel de oameni. Un gest poate fi sincer sau nu, un gând nu se supune unei astfel de categorisiri. Într-o lume în care formalul este ostracizat în tehnosferă, vor exista şi vor convieţui, sincronizaţi în gând, oameni cu adevărat noi.

Convieţuirea prin formal a fost stimulată şi de faptul că interacţia omului cu tehnosfera se face tot prin procedee şi deprinderi formale. *Inteligenţa artificială va putea fi în primul rând o interfaţă între partea formală şi cea neformală a lumii în care trăim*, oamenii putându-se păstra din ce în ce mai mult în partea neformală a acesteia. (Între formal şi neformal există gradaţii pe care nu le luăm în consideraţie în acest scurt text.)

Cu prilejul fiecărei exteriorizări omul s-a *debarasat* de funcţiuni ce-i limitau evoluţia, dar s-a şi *împovărat* cu deprinderi formale ce-i permiteau interacţia cu noua porţiune din tehnosferă, tocmai creată. Chiar când anumite funcţiuni au fost preluate, de la om, de către oameni, sub forma unui efort comunitar, a fost necesară şi deprinderea unor atitudini formale ce au îmbogăţit setul de gesturi stereotipe ale individului. Comportamentul artistic, atitudinea estetică faţă de ceea ce ne înconjoară a făcut parţial suportabilă această împovărare dar nu au anulat-o, au încercat numai să o compenseze.

Inteligenţa artificială este primul obiect tehnic care încearcă să se dezvolte astfel încât să presupună şi o eliberare a creierului de preocupări sau atitudini formale.

Fiecare nouă unealtă a însemnat împovărarea creierului, în primul rând, cu deprinderea de a o folosi. Inteligenţa artificială permite, prin modul în care interacţionează cu omul, ca acesta să se comporte, cât mai apropiat de natura sa, fără a învăţa prea multe lucruri noi pentru a putea utiliza noul obiect tehnic. Vechile obiecte tehnice *porneau* de la om şi funcţia de exteriorizat, cel nou, inteligenţa artificială, are în vedere în *final* omul, spre care se întoarce presupunând funcţiunile sale naturale. Omul poate, învăţând mai puţin, să se manifeste mai mult. Creativitatea este stimulată în interacţia cu instrumente la care gândul nostru ajunge cât mai nestingherit.

Inteligenţa artificială este o cale pe care, debarasându-ne de formal, punem tehnosfera în mişcare prin atitudini din ce în ce mai naturale. Interfaţa dintre natură şi tehnosferă se mută din creierul nostru, treptat, în lumea obiectelor create de noi. Dacă şi următoarele invenţii cruciale vor poseda această caracteristică, omul se va vedea întors la un comportament din ce în ce mai natural. Deci, nu întoarcerea la natură pur şi simplu, ci redobândirea comportamentului natural într-o lume ce presupune tehnosfera. Vom construi instrumente pe care le vom putea ignora în ceea ce au ele formal, esenţială rămânând, pentru noi, numai *funcţia* lor.

Cu expresivitatea artistului, ce se manifestă uneori tranşant, Umberto Eco [Eco '84]

rosteşte, sub forma unei sentinţe, aspiraţia noastră:

> *"Singurele adevăruri care slujesc sunt scule de aruncat."* (p.488)

Soarta formalului este decisă în aceeaşi lucrare la fel de expresiv, prin următoarea formulare:

> *"Raţionamentul pe care şi-l plăsmuieşte mintea noastră este ca o plasă, sau o scară, care se construieşte ca să ajungi la ceva. Dar după aceea scara trebuie aruncată pentru că se descoperă că deşi slujea, era lipsită de sens."* (pag. 488).

În felul acesta, inteligenţa artificială poate fi privită ca modalitatea prin care încercăm să ne eliberăm de povara "scărilor" pe care le-am dobândit de câte ori făceam un progres, eliberându-ne dar luând în spinare, de fiecare dată şi câte o "scară".

Mintea şi sensurile profunde apar ca strivite sub multitudinea "scărilor" pe care le-a construit sau dobândit. Un prim pas spre eliberare, întrevăzut deocamdată numai în afara lumii ştiinţifice, este cel al *râsului.*

Vom începe prin a nu ne mai lua în serios deprinderile şi ticurile induse formal în comportamentul nostru. Să-l citǎm în acest sens pe J. Joyce [Joyce '84]:

> *"Râse, ca să-şi elibereze mintea de sub robia minţii".* (vol. 1, pag. 254)

Mintea se găseşte *dedublată în gând şi limbaj*, acesta din urmă înrobindu-l pe primul atât de mult încât, a vorbi cu noi înşine este o deprindere mai curentă decât cea a slobozirii nestingherite a gândului. Oamenii uită din ce în ce mai mult că rolul comunicării nu este şi acela de a o folosi pentru a dialoga cu sine. Primul lucru de care trebuie să râdem este tocmai dialogul cu noi înşine. Ce este romanul lui Umberto Eco dacă nu, printre altele, un mod de a-i stigmatiza pe cei ce nu vor să lase liberă calea spre înţelegerea râsului, ca prim pas pentru deschiderea omului către cunoaşterea şi comunicarea nemijlocită formal. Citǎm din roman:

> *"Jorge se temea de cartea a doua a lui Aristotel poate pentru că ea ne învăţa într-adevăr cum să se deformeze chipul oricărui adevăr, pentru ca să nu devenim sclavii propriilor noastre născociri. Poate că datoria celui ce-i iubeşte pe oameni este să-i facă să râdă de adevăr,* să facă adevărul să râdă*, pentru că singurul adevăr este să învăţăm să ne eliberăm de pasiunea nesănătoasă pentru adevăr."* (p.487)

Aruncarea "scării" devine un gest simpatic, de-a dreptul vesel, care ne poate stârni "râsul". Dar se poate întâmpla şi invers, să scăpăm "scările" din cârcă zguduiţi fiind de un hohot de "râs". Ambele situaţii presupun relaxarea oferită omului de instrumentele artificial inteligente.

> *"Poate nu este lipsit de interes să mai parcurgem o dată lunga cale a evoluţiei, nu ca să constatăm dacă evoluţia are un sens...., ci dacă omul mai are vreun alt sens în afară de cel de autor al aparaturii supraumane."* (vol. 2 pag. 72)

Am citat din A. Leroi-Gourhan această afirmaţie retorică ce-şi găseşte rezolvarea într-un alt pasaj din aceeaşi carte:

> *"Faptul că o bucată de lemn poate fi introdusă într-o maşină, fără grija firelor şi a nodurilor, iar din aceasta iese o lamă de parchet standard împachetat automat, constituie desigur un progres social foarte important, dar asta nu-i lasă omului altceva de făcut decât să renunţe a mai fi* sapiens*, ca să devină poate altceva mai bun, dar oricum diferit"* (vol. 2 pag. 53)

Timpul nostru oferă omului şansa folosirii inteligenţei artificiale pentru a se elibera în vederea evoluţiei sale, depăşind, pe calea sincronizării gândului, stadiul individului izolat în comunitate.

Septembrie, 1985.

Ştim ce este informaţia?

"Este ciudat cum te apropii de adevăr doar prin cuvinte în care nu ai încredere întrutotul."

Elias Canetti

Rari[36] sunt termenii care să aibă o atât de largă şi insistentă utilizare, în cele mai diverse domenii, precum informaţia, fără a avea în acelaşi timp o definiţie unanim acceptată, în unele domenii măcar. Facem precizarea iniţială că distingem net termenul de cel de cantitate de informaţie, care poate fi cel mult o măsură a informaţiei în unele din formele ei, dar nu informaţia însăşi. Termenul s-a impus în limbajul cotidian, în multe din cele ştiinţifice şi în limbajul filosofic, având un spectru al semnificaţiilor din cele mai puţin precizate. Această situaţie, departe de a fi dăunătoare pentru limbajul cotidian, facilitează uneori realizarea unor "canale de comunicare" între diverse domenii ştiinţifice şi, nu în ultimă instanţă, oferă un mod metaforic, deschis, bogat semnificativ de exprimare în filozofie.

Dacă în limbajul natural de cele mai multe ori cuvintele-şi delimitează spectrul semnificaţiilor prin uzaj, în ştiinţele naturii sau în cele tehnice ar fi normal ca semnificaţia termenilor să rezulte dintr-un demers explicit. Totuşi, se vorbeşte de informaţia biologică, există chiar un domeniu al ştiinţelor tehnice numit informatică, dar lipseşte, în aceste contexte, o definiţie unanim acceptată pentru conceptul de informaţie. Aproape că nici nu se simte, nu înţelegem de ce, necesitatea unei astfel de definiţii. În cadrul demersului filozofic, unde conotaţiile termenului sunt din cele mai largi, definirea riguroasă ar fi înspre paguba domeniului. Ce ar mai rămâne din imensa deschidere a *întru*-lui noician dacă cineva ar reuşi să-l definească pentru filosofie! Să sperăm că nu! Similară ar fi pierderea în cazul *informaţiei fenomenologice* introduse de Mihai Drăgănescu în sfera conceptelor filosofice.

De unde provine, totuşi, vitalitatea termenului ? Ar fi interesantă, în acest sens, o observaţie de natură istorică. La puţin timp după încheierea războiului, anul 1948 aduce sincron în atenţia lumii ştiinţifice rezultate din mai multe domenii, obţinute prin cercetări până atunci mai mult sau mai puţin secrete. În acest an, Claude E. Shannon publică lucrarea sa fundamentală [Shannon '48] în care defineşte cantitatea de informaţie ca o măsură a nedeterminării înlăturate de producerea unui eveniment ce aparţine unei clase de evenimente posibile. Norbert Wiener, în acelaşi an, publică la Paris lucrarea *Cybernetics* ce avea să impună lumii ştiinţifice modul de gândire cibernetic oferind, printre altele, şi cadrul teoretic în care abordarea informaţională a proceselor să se poată dezvolta [Wiener '48]. De asemenea, acelaşi an este marcat de inventarea tranzistorului [Bardeen &

[36] Acest text a fost publicat în *Contemporanul*, 27 septembrie 1985.

Barattain '48] care s-a dovedit a fi un suport material ideal pentru dezvoltarea sistemelor informaţionale.

Sprijinită teoretic de cibernetică şi de implementări tehnice spectaculoase, drept urmare a folosirii tranzistoarelor, măsura informaţiei (după unii, pe scurt, informaţia) a devenit un concept central în unele domenii dar mai ales în abordările interdisciplinare. Cazul informaţiei este recent, în decursul istoriei însă s-au mai petrecut evenimente similare. Astfel, încă din vechime ştim ce este măsura timpului, ştim să măsurăm timpul, cel puţin sub unele din formele pe care presupunem că le are, dar nimeni nu a reuşit să definească, într-o manieră acceptabilă, *timpul*. Pe cât de precis ştim să-l măsurăm, pe atât de vagă este imaginea pe care o avem despre timp. Când spunem "nu am timp", spunem de fapt "nu am un interval de timp disponibil". Şi astfel conceptul de timp pare a fi utilizat în limbajul cotidian, dar de fapt nu este decât un mod prescurtat de exprimare. În filosofie, conceptul de timp nu a depăşit statutul , acceptabil, de metaforă, iar în ştiinţe posedă diverse sensuri, mai mult sau mai puţin trunchiate din motive de claritate. Similar este statutul conceptului de informaţie.

În aceste condiţii ar fi justificată şi o atitudine de îndoială în privinţa consistenţei termenului cu realul. Nu ne propunem să discutăm termenul în accepţiunile sale filosofice, o abordare în acest sens a fost recent publicată [Drăgănescu '85a]. Perspectiva ştiinţifică asupra termenului ni se pare totuşi de interes şi departe de a fi fost elucidată: nu sperăm că o vom face, dar, ca demers parţial, se pot da unele formulări şi în această etapă.

Sunt greu de ocolit anumite evidenţe. Una dintre acestea ar fi modul de actualizare a funcţiei sistemului fizic, îndeobşte cunoscut sub numele de calculator. Fără a se modifica nici una din componentele fizice ale sistemului, funcţia sa poate fi complet schimbată prin reconfigurarea structurii informaţionale injectate în anumite subsisteme. Responsabilitatea actualizării funcţionale nu pare a fi substanţială, ci se manifestă ca fiind determinată de starea anumitor subansambluri. Există o deosebire esenţială între starea şi structura unui dispozitiv natural sau artificial. Faţă de un anumit nivel structural stările unui dispozitiv pot fi perfect echivalente, dar faţă de funcţia executată de un subansamblu starea unui dispozitiv poate fi uneori semnificativă. Atunci când starea capătă semnificaţie spunem că structura informaţională ce caracterizează un subsistem degenerează în informaţie, raportat la un anumit nivel structural.

Faţă de exterior sistemul îşi modifică funcţiunile ca un reflex al procesului prin care anumite stări capătă sau îşi schimbă semnificaţia raportat la anumite nivele structurale interne. În acest mod ceea ce se manifestă ca informaţie pentru un anumit nivel structural poate să nu aibă nici o semnificaţie pentru altul. Astfel, numerele introduse într-un calculator pentru a fi operate, modifică starea internă a unor dispozitive dar acest fapt nu are nici un efect asupra funcţiei executate de calculator. Pe de altă parte, programele introduse în aceeaşi maşină modifică de asemenea starea unor dispozitive interne, cu consecinţe esenţiale, de această dată, asupra funcţiei calculatorului. În primul caz numerele pot avea semnificaţie cel mult pentru utilizatorul calculatorului, ele neconstituindu-se în informaţie pentru maşină. În cel de al doilea caz programele se transfigurează în stări asociate funcţiunilor executabile de către calculator, ele devin stări semnificative arbitrar codate. Codul intern nu este condiţionat de semnificaţia externă asociată programelor, este independent de aceasta. Pe de altă parte şi codurile interne ce declanşează anumite funcţiuni sunt asociate necorelat cu funcţia desemnată, pe baza unor criterii ce conţin o mare doză de arbitrar. Structura informaţională internă într-un calculator se configurează arbitrar dar semnifică univoc într-un context structural dat, transformându-se în informaţie. Ceea

ce dorim să subliniem este că nu există o corespondenţă între forma codului intern şi funcţia ce se manifestă din exterior.

Structura care prin semnificare devine informaţie este arbitrar definită, în raport cu funcţia pe care o actualizează.

Într-o lucrare recentă [Drăgănescu '84], informaţia este definită printr-un demers ce înglobează în acelaşi concept, a atât sensul ştiinţific cât şi sensurile filosofice. Împotriva celor ce văd cantitatea de informaţie ca nelegată în nici un fel de semnificaţie, în această lucrare informaţia este văzută ca o structură sintactică ce are asociat un înţeles. În funcţie de nivelul realităţii căruia i se asociază informaţia, înţelesul poate lua forma semnificaţiei de referinţă sau de context, iar într-un sens profund cea a sensului fenomenologic. Inteligenţa artificială, cel mai evoluat obiect tehnic pe care-l întrevedem deocamdată, presupune informaţia ca un triplet compus din structura informaţională (caracterizată numai de relaţii sintactice), semnificaţia de referinţă şi semnificaţia de context.

Sistemele tehnice nu pot poseda informaţie decât de la un nivel de complexitate în sus. Până la nivelul la care admit informaţie, funcţia acestor sisteme simple este dată exclusiv de structura fizică. Odată cu apariţia informaţiei aceasta începe să preia treptat controlul asupra funcţiei, pe care, de la un nivel în sus, o determină exclusiv, rolul structurii fizice neinfluenţând diversitatea funcţională pe care o presupune numai potenţial, dar nu contribuie la actualizarea ei. Dezvoltarea domeniului calculatoarelor electronice confirmă acest model, chiar dacă în ultima decadă se fac eforturi notabile pentru a-l depăşi.

Se pare, deci, că în domeniul calculatoarelor utilizarea conceptului de informaţie este justificabilă, aici existând o structură arbitrar definibilă căreia i se poate asocia un spaţiu al semnificaţiilor din perspectivă funcţională. Este adevărat că noile concepţii referitor la sistemele de calcul tind să submineze această viziune, abordarea calculatoarelor ca sisteme fizice controlate informaţional nemaifiind un model unanim acceptat. Informaţia, în calculatoare, ar putea fi privită ca o soluţie cu caracter istoric utilă într-un context tehnologic şi conceptual limitativ. Să lăsăm însă timpul să-şi spună cuvântul.

Un alt domeniu în care termenul în discuţie face carieră este biologia. Structuri moleculare evidenţiate la anumite paliere acceptă configurări de o imensă diversitate, ce determinăla rândul ei diversitatea structurală şi comportamentală a organismelor pe care le constituie. Diversitatea biochimică ce caracterizează individul este, calculată minimal, de 10^{2000} alternative, în condiţii în care numărul estimat de atomi în Univers este de numai 10^{80}. Din această perspectivă se vorbeşte de informaţia genetică. Spectacolul corespondenţei peste mai multe niveluri structurale, pornind de la configuraţii de gene ajungând până la organisme vii complexe, creează fascinaţia ce susţine termenul de informaţie. Această corespondenţă care este de tip cauzal, ar putea fi exprimată funcţional fără a fi nevoie de informaţie. Corespondenţa nu este nici arbitrară. Chiar dacă este mai greu de explicat pentru majoritatea oamenilor care s-au obişnuit cu ideea că forma cărămizilor nu se corelează în nici un fel cu arhitectura unei clădiri, această corespondenţă nu ne arată decât faptul că în cazul viului este vorba de structurări mai complexe. Poate că pentru viu, structuralismul, care postulează realitatea caracterizată prin paliere relativ independente, nu este operant decât pentru explicaţii superficiale.

Ceea ce se transmite genetic este o structură, relativ profundă, ce metaforic ar putea fi numită informaţie. Dar nu orice corespondenţă presupune un proces de semnificare. Legătura dintre o configuraţie genetică şi un organism viu, este una de la cauză la efect şi nu de la semnificant la semnificat. Dacă nu se iau în consideraţie aspecte fenomenologice mai profunde, ne îndoim că pe actualele baze se poate vorbi de informaţie genetică: va tre-

bui să vorbim de structuri genetice şi corespondenţe cauzale peste mai multe niveluri structurale ca fiind pregnant caracteristice viului. Nu excludem posibilitatea unei informaţii nefenomenologice, dar ea va trebui motivată cu alte argumente, care poate vor fi găsite în viitor.

Nu cred însă că termenul de informaţie este consecinţa unui miraj: oricât de vag ar fi conturat în mintea noastră este imposibil ca el să nu corespundă unei realităţi pe care încă nu ne-am apropiat-o suficient. Chiar dacă, prin absurd, vom dovedi inconsistenţa termenului cu realitatea, vom câştiga mult din efortul depus pentru aceasta.

Un rezultat posibil ar fi acela care ar postula exclusiv informaţia fenomenologică, celelalte tipuri rămânând modele sau soluţii temporare pentru realităţi naturale sau tehnice. Prin aceasta, eventual, abordarea fenomenologică şi-ar putea depăşi statutul strict filosofic dovedind o modalitate ştiinţifică. Atunci când vom putea realiza o comunitate ştiinţifică bazată măcar parţial, şi pe neformal, vom oferi noi libertăţi demersului filosofic, înarmându-l pe cel ştiinţific cu instrumente ce-i deschid accesul către profunzimi neatinse încă.

Poate că ştiinţa informaţiei se va ocupa numai de informaţia fenomenologică şi vom dobândi prin aceasta un lucru aparent imposibil astăzi: o ştiinţă fundamentată fenomenologic.

Iunie 1985

Teoria algoritmică a informaţiei

Sunt[37] rare cazurile în care un concept abstract, ce apare într-un domeniu ştiinţific oarecare, prezintă interes pentru ansamblul culturii, depăşind graniţele ştiinţei respective, ale ştiinţelor, iradiind semnificativ în spaţii dintre cele mai diferite. Astfel de concepte reuşesc uneori să ne ofere o nouă imagine asupra existenţei, asupra fiinţei, sau măcar asupra lumii în care se întrupează etno sau tehno-obiectele pe care omul le generează cu o frenezie demnă uneori de acţiuni mai consistente. Un concept de acest tip poate avea un caracter integrator, permiţând evaluări globale într-un proces axiologic de limpezire a sensului pe care-l pot avea gândurile şi acţiunile omului sau oamenilor.

Informaţia este un astfel de concept şi de el ne vom ocupa în acest text. Nu vom aborda subiectul decât din punctul de vedere, particular, al *teoriei algoritmice a informaţiei*[38]. Despre informaţie se poate vorbi din perspectiva mai multor teorii, deoarece accepţiuni unanime ale termenului nu s-au impus încă. Definiţiile pendulează între posibilele aspecte cantitative şi cele calitative ale termenului. Conotaţiile limbajului cotidian vin să introducă, şi ele, dificultăţi de care definiţiile riguroase nu pot să nu ţină cont. Între rigoare şi sugestie, orice definiţie a informaţiei trebuie să opteze în funcţie de rostul pe care doreşte să-l aibă în efortul global de limpezire a acestui termen ce se lasă greu prins în concertul celorlalte concepte.

Termenul de informaţie capătă o semnificaţie tehnică, pe lângă cea cotidiană, odată cu apariţia şi dezvoltarea sistemelor tehnice de comunicare. Americanul Claude Shannon (1948) defineşte, cu această ocazie, o măsură pentru cantitatea de informaţie. Cariera spectaculoasă a termenului nu începe însă decât odată cu dezvoltarea tehnologiei şi aplicaţiilor calculatoarelor electronice. Impactul pe care informatica îl are asupra civilizaţiei contemporane a propulsat termenul de informaţie pe o traiectorie spectaculoasă şi imprevizibilă. Necesitatea unor clarificări a început să devină stringentă. Termenul este folosit din ce în ce mai mult cu semnificaţii din ce în ce mai puţin precise. Din zona limbajului cotidian, unde capătă tot mai multe semnificaţii şi conotaţii, şi până la nivelul limbajului filosofic [Drăgănescu '79], [Wheeler '88], [Stonier '90], informaţia devine un termen ce stârneşte pasiuni şi controverse slujind, nu de puţine ori, unor sugestii deosebit de semnificative.

Puncte de pornire

Primele demersuri pe calea fundamentării teoriei algoritmice a informaţiei încep în anii 60 prin ideile avansate de către A. N. Kolmogorov, R. J. Solomonoff, G. Chaitin şi P.

[37] Acest text a fost publicat în *Academica*, nr. 5, martie 1992

[38] O expunere formalizată realizată şi în contextul altor teorii despre informaţie este accesibilă în [Drăgănescu '91].

Martin-Lof în lucrări independent elaborate, pornind de la problematici diferite. Pentru a înţelege esenţa acestei teorii, merită să trecem în revistă unele din punctele de vedere iniţiale, deoarece sunt semnificative din perspectiva rezultatului final şi a interpretărilor posibile dincolo de domeniul strict al ştiinţelor.

Îndoiala lui Kolmogorov

A. N. Kolmogorov este unul dintre cei ce au fundamentat teoria clasică a probabilităţilor [Kolmogorov '50], dar acest lucru nu l-a împiedicat ca în 1965 să repună în discuţie ideile de bază ale acestei teorii întrebându-se: ce deosebeşte secvenţa binară

$$0101010101010101 \quad (1)$$

de următoarea secvenţă binară

$$0111011000010110 \quad (2)$$

din mulţimea celor 65536 de secvenţe binare de 16 biţi? Conform teoriilor cunoscute cele două secvenţe pot apărea, într-un proces aleator, cu probabilităţi egale. Totuşi, din punct de vedere subiectiv, uman, ele nu pot să nu se distingă. Prima printr-o regularitate evidentă iar cea de a doua prin dificultatea, dacă nu imposibilitatea, de a fi exprimată printr-o regulă simplă de formare. În prima secvenţă se poate evidenţia un pattern, o regulă de formare, pe când în cea de a doua nu. Nu cumva ar trebui ca o teorie care se ocupă de mulţimea acestor secvenţe să le privească într-o manieră distinctă?

Din punctul de vedere al teoriei informaţiei elaborată de Shannon informaţia conţinută într-un şir de 16 simboluri binare este independentă de structura concretă a şirului. Dar chiar în teoria clasică se arată că dacă un şir conţine un număr neegal de 0-uri şi 1-uri, atunci transmiterea lui se poate realiza cu un număr mai mic de biţi, deci cu un efort mai mic. Se deschide astfel calea gândului care ne apropie de faptul că poate avea importanţă şi structura concretă a şirului, atunci când acesta suferă o acţiune ce se cere optimizată.

Un al doilea fapt ar putea porni de la experienţele posibile de aruncare cu un ban , ale cărui feţe au fost notate cu 0 şi 1. Rezultatul aruncării banului se poate nota sub forma unui şir de 0 şi 1. Dacă şirul rezultat din 16 aruncări este de forma (2) şi ne punem problema care va fi rezultatul următoarei aruncări, atunci vom putea răspunde, relativ încrezători, că oricare rezultat este egal probabil. Dar, dacă din exprienţa a 16 aruncări rezultă şirul (1), la o aceeaşi întrebare, vom fi puşi într-o mare dilemă. Nu vom mai fi convinşi că asistăm la o experienţă strict aleator condiţionată şi vom fi tentaţi, subiectiv, să credem că asistăm la un eveniment dirijat de o "regulă ascunsă" . Mulţi dintre noi am fi tentaţi să spunem că următoarea aruncare a banului va determina apariţia feţei 0. Teoria clasică a probabilităţii nu ar sprijini un astfel de răspuns, dar realitatea s-ar putea să-l confirme cu o regularitate stupefiantă. Vom simţi, cu siguranţă, că teoriile pe care ne sprijinim deciziile sunt prea rudimentare.

Experimentatorul lui Solomonoff

Al treilea fapt semnificativ poate fi redat sub forma unui experiment ipotetic. Să presupunem că un fizician studiază următorul fenomen: în fiecare secundă se uită în interiorul unei incinte în care poate vedea o lumină aprinsă sau nu. Experimentatorul notează rezultatele observaţiilor sale ritmice sub forma unui şir de 0-uri şi 1-uri (0 pentru lumina stinsă

şi 1 pentru lumina aprinsă). Va obţine un şir de simboluri binare pe care-l va studia, apoi, pentru a încerca să înţeleagă fenomenul observat. Se întrevăd două rezultate limită. Primul: fizicianul observă că în secvenţa obţinută se repetă se repetă ciclic o subsecvenţă binară, să spunem 0110100010. Al doilea: oricât ar studia această secvenţă, de regulă foarte lungă, corespunzând unei observaţii cât mai complete asupra fenomenului fizic, cercetătorul nostru nu observă nici o regularitate sub forma unei subsecvenţe care se repetă ciclic. În primul caz va spune: "teoria mea referitor la fenomenul studiat este condensată în observaţia că: se repetă ciclic secvenţa 0110100010". Fizicianul deduce o formulă condensată prin care descrie fenomenul. Această formulă poate fi folosită şi pentru a prevedea evoluţia fenomenului dacă sunt disponibile rezultate suficient de lungi ale unor observaţii. Spre exemplu, dacă am observat 1 vom spune că urmează tot un 1 cu probabilitatea de 2/3, dar dacă am observat 100110100010, vom putea spune că este foarte probabil ca la următoarea observaţie să obţinem 0. În cazul al doilea, în care nu apare nici o secvenţă ciclic repetată, nu este posibilă emiterea unei teorii, fenomenul studiat fiind descris de rezultatul experimental în totalitatea lui. Există deci fenomene fizice care, cu abilitate evidenţiate şi observate, permit conturarea unor teorii sub forma unor formule condensate, ce descriu evoluţia fenomenelor cu maximă probabilitate. În egală măsură ne putem gândi la fenomene fizice care nu se supun încorsetărilor într-o formă compactă, adică într-o formulă.

Jocul lui Chaitin

În aceeaşi perioadă Chaitin făcea alte "experimente". Era preocupat, ca elev, de lungimea minimă a programelor asociate rezolvării anumitor probleme. În final s-a ajuns la punerea problemei într-o manieră foarte simplă: dându-se un şir finit de simboluri binare, care este cel mai scurt program care poate genera acest şir? S-a observat că există şiruri pentru care programul este foarte simplu, în sensul că se exprimă cu un număr mic de simboluri . Astfel, pentru un şir de un milion de simboluri format prin repetarea de 250.000 ori a secvenţei 1001 programul este mult mai scurt decât şirul generat. Dar există şiruri la fel de lungi pentru care programul nu se poate scrie decât sub forma "Generează şirul S" , unde prin S am notat chiar şirul cu pricina, exprimat printr-o secvenţă binară. În acest caz programul are o dimensiune puţin mai mare decât a şirului pe care-l generează. Simplist vorbind, putem evidenţia două categorii de şiruri: unele pentru care programul este mai scurt (sau mult mai scurt) decât şirul generat şi unele ce nu pot fi generate decât printr-un program cu o lungime comparabilă cu a şirului. Primul caz corespunde şirurilor ce pot fi generate prin repetarea periodică a unui subşir, ce este detectat ca un pattern ce caracterizează secvenţa binară. Cel de al doilea caz corespunde situaţiei în care oricât am analiza şirul nu putem evidenţia nici un pattern, nici un fel de ciclicitate şi suntem nevoiţi să indicăm şirul ca atare în programul ce-l va genera. Forma cea mai condensată de exprimare a şirului este şirul însuşi, care nu suportă condensarea într-o formulă simplificată.

Informaţia algoritmică

Acestea erau tipurile de probleme ce se puneau în etapa iniţială de fundamentare a teoriei algoritmice a informaţiei. Observăm că, în esenţă, se punea în discuţie ideea de complexitate a unui şir de simboluri. S-a ajuns, în final, la o nouă definiţie a măsurii informaţiei.

Definiţia lui Chaitin

Simplificând inspirat un concept introdus de Kolmogorov şi ataşându-l ideii generale de maşină de calcul, Chaitin reuşeşte să definească informaţia algoritmică asociată unui şir de simboluri binare, după cum urmează: *fiind dat un şir de simboluri binare, informaţia sa algoritmică este proporţională cu lungimea celui mai scurt program (algoritm) care, rulând pe o maşină de calcul, generează acest şir.*

Prin această definiţie sunt puse în evidenţă pe lângă aspecte cantitative şi aspecte calitative. Într-adevăr, o secvenţă, oricât de lungă, în care se repetă subsecvenţa 010 va fi foarte puţin semnificativă, va fi foarte previzibilă, pentru un observator uman, dar şi pentru un aparat tehnic. Ea nu va "conţine" prea mult. Informaţia ce-i va fi asociată va fi foarte săracă. Psihologic, ne vom acomoda foarte rapid la sărăcia ei configuraţională, o astfel de secvenţă nereuşind să ne capteze interesul decât pentru foarte puţin timp şi cu o mică intensitate. Dacă într-o secvenţă de 500 de simboluri se repetă de patru ori o subsecvenţă de 125 de simboluri, atunci detectarea, analizarea sau perceperea ei capătă o semnificaţie sporită pentru un observator uman sau pentru un tehnoobiect ce o recepţionează. Interesul subiectiv în acest caz creşte, măcar până în momentul în care descoperim ciclicitatea. O astfel de secvenţă este purtătoarea unui "mesaj" mult mai semnificativ şi vom putea spune astfel justificat că el conţine mai multă informaţie. Evident şi programul ce va genera acest şir va fi mai mare, deoarece va trebui să conţină subşirul care de această dată este mult mai lung, are 125 simboluri, faţă de 3 în cazul anterior.

În mulţimea şirurilor formate din n simboluri binare, evidenţierea oricărui element aducea un aport informaţional de n biţi, conform teoriei lui Shannon. Informaţia nu era distinct ataşată fiecărei configuraţii binare. După Chaitin, fiecare din cele 2^n şiruri de n simboluri binare trebuie analizat distinct pentru a se stabili ce informaţie conţine. Astfel, informaţia nu mai este ataşată unei mulţimi într-o manieră nediferenţiată, ci fiecăruia şi particular în parte, în funcţie de configuraţia sa concretă. Informaţia, în sensul lui Chaitin, individualizează fiecare secvenţă, spune ceva despre elementul unei clase şi nu despre clasă în ansamblul ei.

Ce este aleatorul?

Despre un şir a cărui informaţie este maximă, adică proporţională cu lungimea sa, spunem că este aleator. El are o evoluţie, în desfăşurarea sa, imprevizibilă; nu poate fi sub nici o formă exprimat într-o manieră condensată. Un astfel de şir nu poate fi exprimat decât prin el însuşi. Altfel spus, despre un astfel de şir nu se poate "spune" nimic, nu poate fi caracterizat distinctiv în nici un fel, el este ceea ce este. În mulţimea tuturor şirurilor formate din n simboluri binare, câte au această caracteristică de a fi necondensabile într-o expresie simplificată, într-o formulă? Spre surprinderea noastră: majoritatea.

Limita formalizării

Orice percepţie comunicabilă poate fi în ultimă instanţă transformată într-un şir de simboluri binare. Un sunet sau o imagine, spre exemplu, oricât de complexe ar fi, pot fi transformate cu acurateţe mai mare sau mai mică în şiruri simbolice. Dar dacă majoritatea acestor şiruri sunt aleatoare, în sensul anterior, atunci ne aflăm în faţa unui răspuns cutremurător referitor la capacitatea noastră de a exprima şi manipula formal

reprezentări ale realităţii. Imensa majoritate a evenimentelor şi proceselor reale nu pot fi tratate formal, nu pot fi exprimate în formule, adică în şiruri simbolice compacte şi concise ce corespund unei realităţi complexe.

Parcurgem momentul istoric în care matematicienii demonstrează limitarea zdrobitoare ce marchează capacitatea noastră de abordare formală a realităţii. Nu se pune încă problema corectitudinii, ci numai a posibilităţii de a prinde în formă. Dacă imensa majoritate a secvenţelor binare sunt numai ceea ce sunt, exprimându-se numai prin ele însele, atunci realitatea pe care o traduc este inaccesibilă demersului formal.

Ştiam că nu putem scrie ecuaţia unui tablou de Klee sau a unei arii de Mozart, dar am crezut, mai mult am sperat, că este vorba de situaţii limită, atipice. Aflăm, conform teoriei algoritmice a informaţiei, că majoritatea imaginilor şi secvenţelor sonore intră în această categorie. Informaţia majorităţii imaginilor este maximă, ca şi a majorităţii înşiruirilor de sunete. Suntem foarte mândri de faptul că un anumit sunet îl putem condensa în expresia $A\ sin\ \omega t$, dar nu foarte conştienţi de faptul că în realitate această formulă nu are nici un corespondent verificabil.

Imensa majoritate a realităţii scapă demersului formalizant. Acest lucru ne era spus de foarte multă vreme de poeţi şi de filosofi, dar numai acum percepem riguros cât de multă dreptate au avut.

Teoria lui Shannon, deci, dă o estimare corectă în majoritatea cazurilor. Aproape toate şirurile de n simboluri binare fiind aleatoare, ele conţin o cantitate de informaţie de aproximativ n biţi. Numai o mică parte a acestor şiruri, cele formalizabile, conţin mai puţini biţi. Unul din rosturile acestei teorii algoritmice este acela de a evidenţia dimensiunea precară a formalizabilului în raport cu neformalul.

Februarie 1992

Conştientizarea limitelor în informatică

Împlinirea prin limitare

Acest[39] sfârşit de mileniu este încărcat de optimismul constructiv impus de o acută sesizare a limitelor. Delimitările ce rezultă sunt benefice pentru limpezirea statutului pe care-l pot avea diferite modalităţi de abordare. Precizând limitele unui domeniu acesta de fapt se împlineşte şi-şi conturează ferm posibilităţile. Atât timp cât limitele unui domeniu sunt evaluate din perspectiva unui absurd relativism, ele nu sunt sesizate şi se creează impresia falsă a unor nelimitate posibilităţi. Nefiind sub presiunea unei limite gândim cu o relaxare iresponsabilă, păgubitoare în perspectivă. Conştiinţa limitei nu limitează ci concentrează gândul, favorizând performanţa.

Limita aparţine şi spaţiului ce, prin ea, este limitat. În consecinţă asumarea ei împlineşte cunoaşterea. Infinitul este un mod neelegant de eludare a cunoaşterii, este refuzul de a recunoaşte existenţa fenomenelor ce limitează. În spatele lui ne ascundem neputinţa de a ne limpezi gândul, de a-l concentra, împlinind cunoaşterea limitată.

Nu putem să nu sesizăm faptul că stabilirea sau descoperirea unei limite echivalează şi cu dezvăluirea unui nou domeniu de partea cealaltă a ei. *Limita închide dar şi deschide* în acelaşi timp către altceva. De aceea, prin limitare de fapt descoperim, ne oferim o şansă în locul iluziei ilimitării pe care o oferă cel mai absurd concept moşit de mintea oamenilor: infinitul.

Marile descoperiri în ştiinţă au fost de fapt nişte limite care prin duritatea lor au limpezit atitudinea faţă de cunoaştere. Scepticii vorbesc numai de limite dar sunt dezarmaţi atunci când optimiştii le descoperă. Este uşor de spus că "nu se poate", dar este mult mai greu de arătat "cum de nu se poate". A doua atitudine este una constructivă, deschizând noi căi odată cu închiderea dată de o limitare.

Acum câteva decenii se mai vorbea de sistemul de ecuaţii care ar descrie pe Venus din Milo într-o manieră formal compactată. Existau şi sceptici care spuneau, cârcotind filosofic, că acest lucru nu este posibil. Astăzi cu toţii ne-am convins, riguros, că forma cea mai compactă de reprezentare a capodoperei amintite este statuia însăşi.

Limitele computabilului

Apariţia şi impunerea metodelor informatice a însemnat pentru matematică asumarea unei coordonate suplimentare: *timpul*. Această variabilă nu a fost niciodată una esenţială

[39] Acest text a fost publicat în vol.: Mircea Maliţa, Cristian Calude (ed.): *Stăpânirea complexităţii*, Ed. Academiei Române, 1993. Comunicare la "Zilele Academice Clujene" din 15 - 20 octombrie 1990.

în dezvoltarea matematicilor. Prin dezvoltarea abordării algoritmice şi prin preocupările cantitative legate de complexitatea calculului, timpul (notat cu $T(n)$ şi reprezentând timpul de calcul în funcţie de mărimea variabilei de intrare) devine o fantomă ce cutremură pe cei ce se aventurează în teritoriul matematicii informatice. Aprecieri din perspectiva dependenţei complexităţii de timp fac în aşa fel încât algoritmi cunoscuţi să existe ca şi cum n-ar fi. Ne aflăm poate pentru prima dată în istoria cunoaşterii în faţa unei situaţii blocante: cunoaştem o serie de algoritmi şi acest lucru nu ne poate folosi la nimic, deoarece rularea lor pe cele mai rapide maşini depăşeşte timpul mediu de viaţă al oricărei vieţuitoare. (Spre exemplu, pentru rezolvarea optimă a problemei comis-voiajorului, dacă acesta ar trebui să treacă prin 60 de oraşe timpul de calcul, pe un calculator performant, ar depăşi cu mult 350 de secole.)

Fiind vorba de calcul automat, realizat cu o maşină, apare şi un alt parametru: *complexitatea maşinii*. În anumite limite, crescând complexitatea maşinii (notată cu $S(n)$ şi reprezentând dependenţa dimensiunii (size) maşinii de mărimea variabilei aplicate la intrare) se poate reduce timpul de execuţie. Din acest motiv, logica tradiţională, după ce a devenit în secolul trecut formală şi matematică, în ultimele două decenii este puternic marcată de studiul *complexităţii circuitelor logice*.

Jocul lui $T(n)$ şi $S(n)$ devine fundamental în studiul funcţiilor calculabile. Este aproape evident că prin creşterea lui $S(n)$, $T(n)$ poate să scadă, dar modul în care se stabileşte această corelaţie nu este unul foarte simplu.

Vom pune în evidenţă patru categorii de limitări:

- limite fizice fundamentale,
- limite date de procesul de formalizare,
- limite impuse de complexitate,
- limite date de o dependenţă nefavorabilă a mărimii $S(n)$ de produsul $T(n) \times S(n)$.

Limitări fizice

Este unanim acceptată ideea că orice proces fizic poate fi asimilat cu unul de calcul. Noi reuşim să controlăm procesul de calcul în configuraţii hardware ce vor putea fi realizate din ce în ce mai compact. În cazul în care s-ar realiza maxima compactare, într-o configuraţie deocamdată de neimaginat, se pune întrebarea care este volumul minim de substanţă asociat efectuării unei operaţii elementare. S-a făcut un astfel de calcul [Bremermann '62] şi a rezultat *limita lui Bremermann* conform căreia dacă toată masa Pământului ar fi folosită pentru a realiza calcule un interval de timp egal cu vârsta probabilă a acestuia (câteva miliarde de ani), atunci ar putea fi efectuate aproximativ 10^{93} operaţii elementare. Este mult sau puţin? Cifra este mare, dar se pot uşor gândi probleme care implică un volum de calcul mult mai mare. Să ne imaginăm un sistem cu 1000 de elemente fiecare putând avea numai două stări. Determinarea evoluţiei complete a unui astfel de sistem implică un număr de etape în calcul ce poate fi proporţional cu 2^{1000} (un numar care se scrie cu peste 300 de cifre zecimale), deci mult peste limita lui Bremermann.

Valoric această limită poate fi discutabilă [Drăgănescu '91], dar existenţa ei nu. Sfera problemelor ce presupun depăşirea ei este foarte uşor de pus în evidenţă. Problemele ce impun depăşirea acestei limite au fost catalogate drept *transcomputaţionale*.

Această limită arată faptul că, aşa cum privim astăzi calculul, este minimă şansa de a da socoteală, prin el, pentru realităţi ce depăşesc o complexitate curentă. Funcţiile noastre elementare sunt cele aritmetice, se pot imagina altele mult mai complexe în sisteme biologice destinate calculului [Conrad '85], dar aceasta nu face decât să modifice multiplicativ constanta lui Bremermann. Ideea de calcul rămânând aceeaşi, limita este la fel de opresivă şi cere o soluţie radicală.

Limite ale formalizării

Ce înseamnă să formalizăm? Să scriem o *formulă* prin care să exprimăm *condensat* o realitate complexă. "Un şir de simboluri în care se repetă de 10^6 ori secvenţa *abc*" este, spre exemplu, o formulă prescurtată ce condensează un şir de trei milioane de semne pentru care ar fi nevoie de aproximativ două volume de câte 500 de pagini fiecare. Ne punem atunci firesc întrebarea: pentru câte din şirurile de trei milioane de simboluri realizate folosind literele a, b şi c există o formă net prescurtată de exprimare, de genul celei anterioare? Această întrebare este fundamentală pentru ideea de formalizare[40]. Răspunsul a fost dat drept urmare a unor cercetări declanşate în anii 60 de Kolmogorov, Solomonoff şi Chaitin (o bibliografie largă a problemei este accesibilă în [Chaitin '87]).

Răspunsul la întrebarea anterioară este că numai pentru o neglijabilă parte a şirurilor expresia poate fi condensată. Pentru marea lor majoritate expresia cea mai condensată este şirul însuşi. Limita formalizării este evidentă.

Calculul presupune condensarea dată de exprimarea prin formule. Deci domeniul în care el poate da rezultate semnificative acoperă o realitate infimă în raport cu cea care nu poate fi abordată prin mijloace formale. Acest rezultat cantitativ fiind zdrobitor o mare parte din speranţele puse în maşinile şi procedurile formal fundamentate îşi pierd sensul.

O altă formă de prezentare a acestor rezultate este aceea de a spune că, pentru imensa majoritate a problemelor, putem găsi prin calcul un răspuns numai dacă-l cunoaştem dinainte. Rămâne deci alternativa de a ajunge la răspuns pe o cale nemijlocită strict formal.

Limita în "spaţiul" spaţiu - timp

Clasa problemelor ce pot fi abordate formal conţine şi probleme la al căror rezultat avem foarte puţine şanse de a ajunge. Un algoritm este o *formulă ce acţionează* în vederea obţinerii unui rezultat. Acţiunea se desfăşoară pe substratul fizic al unui creier natural sau al unei maşini. Ca orice proces fizic acţiunea se desfăşoară în timp. Există clase importante de probleme ce au asociate numai algoritmi a căror complexitate este cel puţin exponenţială, iar aceste probleme nu sunt triviale şi nici nu au numai o importanţă pur teoretică. Exemplul dat, al optimizării traseului unui comis-voiajor[41], are asociat, pe un calculator clasic, un timp de execuţie proporţional cu $n!$, unde n este numărul de oraşe ce trebuiesc parcurse. Algoritmul este simplu, în sensul că are o exprimare compactă, dar rularea lui este imposibilă la valori rezonabile ale lui n pentru că poate depăşi timpul de funcţionare al celui mai fiabil calculator.

Uneori matematicienii reuşesc demonstraţii descurajante, arătând că pentru o anumită problemă nu poate fi construit un algoritm mai rapid decât unul dat. Aceste demonstraţii

[40] Vezi anexa A3 din "Limita ca valoare", în acest volum.
[41] Vezi anexa A2 din "Limita ca valoare", în acest volum.

se înmulţesc în ultima vreme arătându-ne limpede cum stăm cu posibilităţile de calcul. Suntem astfel din ce în ce mai puternic presaţi să depăşim structural-formalul.

Penalizarea celor ce se grăbesc

Dacă o maşină rezolvă o problemă în $T(n)$, atunci mai multe, lucrând împreună, au şanse să o rezolve mai repede? Evident. Presupunând, ceea ce numai uneori este valabil, că putem găsi structuri care să lucreze în *paralel* la rezolvarea unei probleme, se pune problema că, în acest caz, va creşte $S(n)$.

Scurta experienţă pe care o avem în folosirea structurilor paralele de calcul prefigurează un rezultat limitativ: odată cu creşterea paralelismului produsul $T(n) \times S(n)$ creşte şi el. Am fi fost într-un caz deosebit de favorabil dacă acest produs ar fi rămas constant.

Am fi putut compensa prin creşterea vitezei creşterea complexităţii structurilor paralele de calcul. Acest fapt nu este posibil datorită faptului că odată cu paralelismul procesării creşte şi componenta de interacţie între procese, fapt care determină creşterea produsului timp-complexitate.

Să dăm un exemplu. Se poate arăta că pentru recunoaşterea unui şir regulat (ce aparţine unui limbaj generat de o gramatică de tip 3) se poate folosi un automat finit pentru care[42]

$$S(n) = O(1) \quad T(n) = O(n),$$

pentru că şirul este adus la intrare simbol cu simbol. Dacă se acceptă un circuit combinaţional cu adâncime logaritmică, atunci

$$S(n) = O(n) \quad T(n) = O(log\ n).$$

Dacă se cere un timp de calcul constant, atunci

$$S(n) = O(2^n) \quad T(n) = O(1).$$

Se observă că produsul timp-complexitate creşte odată cu scăderea timpului. Într-adevăr:

$$T(n) = O(n) \quad T(n) \times S(n) = O(n)$$

$$T(n) = O(log\ n) \quad T(n) \times S(n) = O(n\ log\ n)$$

$$T(n) = O(1) \quad T(n) \times S(n) = O(2^n).$$

Acest rezultat declanşează o presiune psihologică şi tehnologică în sensul favorizării abordărilor secvenţiale ce presupun un $T(n)$ mare. Soluţiile cel mai puţin eficiente sunt cele cu un grad foarte avansat de paralelism. Cea mai eficientă soluţie este cea pur secvenţială.

Natura se pare că a probat de mult acest lucru în cazul sistemului uman de comunicare prin *limbaj discursiv*. Comunicăm cel mai eficient prin şiruri de cuvinte şi cel mai expresiv, dar ambiguu, prin *atitudini globale* receptabile sub forma unui mesaj transmis în paralel pe o multitudine de canale. Liniaritatea şirurilor de cuvinte optimizează comunicarea, sărăcind-o la nivelul la care restricţiile reduc trăirea interioară ce încearcă să se întrupeze într-un discurs.

[42]Prin $f(n) = O(g(n))$ notăm faptul că, pentru un n suficient de mare, $f(n)$ poate fi foarte bine aproximată printr-o mărime proporţională cu $g(n)$.

Prin obiectele tehnice şi informaţionale construite, omul transpune în tehnosferă şi etnosferă o limitare ce-i este proprie, cea impusă de exerciţiul obsedant şi limitativ al exprimării prin limbaj. Graba de a realiza eficient în exterior l-a privat pe om de posibilitatea de a se împlini pe sine în ambianţa unor unelte ce ar fi putut fi cu totul altele. A conceput oare omul modalităţile de cunoaştere şi acţiune într-o manieră prea unilaterală? Se pare că da. În secţiunea următoare vom aborda această problemă.

Refacerea unităţii pierdute prin disjuncţia theoretic - epistemic

La vechii greci găsim doi termeni care în timpurile mai noi tind să se refere la acelaşi lucru. Este vorba de: *theoria* şi *episteme*. În vechime aceşti doi termeni desemnau două modalităţi distincte de cunoaştere. Primul, *theoria*, se referă la modalităţi *nemijlocite* de cunoaştere, în care intuiţia, contemplaţia directă ne permiteau accesul la adevăr. Cel de al doilea, *episteme*, presupunea ordonarea ierarhică a cunoaşterii şi cunoştiinţelor într-un sistem formal, corespunzător structurării ştiinţelor actuale. Adevărul era dobândit *mijlocit* de un mecanism deductiv într-un ansamblu riguros ordonat.

Concret, ştiinţa presupune şi un demers *theoretic* şi unul *epistemic*, primul fiind important cu preponderenţă în etape iniţiale, iar cel de al doilea numai în evoluţia ulterioară.

Analiza complexităţii calculului, ca o încununare a demersului de tip *epistemic*, pune într-o nouă lumină contribuţia viziunii *theoretice*.

Cunoaşterea *epistemică* a intrat sub incidenţa timpului, cea *theoretică* se poate menţine în atemporalitate. Dacă vom reuşi să le punem într-o nouă relaţie poate vom afla ce se află dincolo de limitele ce se conturează din ce în ce mai ferm.

Problema problemelor în studiul complexităţii calculului o constituie *problema realizabilităţii* (satisfiabilităţii) unei funcţii logice de n variabile. Spaţiul în care se caută soluţia acestei probleme se dezvoltă *arborescent*, complexitatea evaluării fiind exponenţială ($T(n) = O(2^n)$). Dar dacă printr-un procedeu oarecare, să zicem *theoretic* în sensul amintit, este "ghicită" o soluţie, verificarea ei are loc în timp $T(n) = O(n)$.

Epistemic, o soluţie este *căutată*, uneori, în timp exponenţial ($T(n) = O(\alpha^n)$), deci inacceptabil de mare. Dacă o soluţie este nemijlocit găsită *theoretic*, atunci *verificarea* ei se poate face în timp polinomial ($T(n) = O(n^\beta)$). Deci, cu o "capacitate *theoretică*" bine stimulată avem acces la soluţii spectaculoase, validabile cu un efort nesemnificativ.

Acest nou raport dintre *epistemic* şi *theoretic* ne-ar situa dincolo de limita pe care o are demersul care este numai iniţiat *theoretic* şi se dezvoltă apoi strict *epistemic*. Un joc mai subtil şi o întrepătrundere mai mare între aceste două modalităţi ne-ar putea trece dincolo de frontierele ce se ridică tot mai ameninţător.

Această abordare pe care am putea-o numi *theoretico-epistemică*, prezentată aici ca o alternare convenabilă a două procedee, unul atemporal şi unul temporal, ar pute fi o formă particulară de abordare structural-fenomenologică, în sensul propus în [Drăgănescu '85].

Sub imboldul unei proaste democratizări a accesului la cunoaştere, în ultimele două milenii, s-a cultivat o aberantă disjuncţie între modul *theoretic* şi cel *epistemic* de cunoaştere accentuându-se a doua modalitate ce s-a dovedit mai comunicabilă şi mai imediat eficientă. Dezechilibrul produs între cele două căi este acut resimţit tocmai pentru că una dintre ele a fost sistematic epuizată iar cealaltă iresponsabil obturată. Limita pe care o conştientizăm ne deschide accesul către refacerea unei unităţi pierdute. Se regăseşte cu această ocazie şi un nou sens interacţiei dintre om şi maşină.

Potenţarea prin exteriorizare

Componenta epistemică a crescut în om riscând să-l transforme într-o maşină formală deosebit de performantă. Am arătat anterior că performanţa formală maximă rămâne nesemnificativă prin limitările fundamentale implicate. Forma superioară de reacţie instinctivă a omului este atunci *exteriorizarea*[43] [Gourhan '64]. Funcţiunile formale pot fi calculate şi pe un suport material, exterior fiinţei.

Cred că putem opina în sensul că omul exteriorizează numai funcţii ce presupun o limită. Sentimentul limitării, prin frustrarea implicată, declanşează acest proces firesc de exteriorizare.

Există şi o motivaţie suplimentară, dată de faptul că prin exteriorizarea, în tehnosferă sau etnosferă, funcţia va putea fi realizată la performanţe maxime, apropiate de limitele fireşti.

Componenta theoretică a rămas un atribut al fiinţei ce nu poate fi exteriorizat. Omul rămâne încărcat cu acele posibilităţi ce nu se întrevăd a fi limitate. Mai mult, aceste posibilităţi nu au o evoluţie evidentă pe coordonata timpului. Omul îşi păstrează pentru sine acele atribute ce nu intră sub incidenţa limitei şi timpului, fără ca prin aceasta să putem spune că posibilităţile sale sunt nelimitate şi se desfăşoară atemporal.

Omul rămâne încărcat prin exteriorizare. Rămâne încărcat şi potenţat cu acele funcţiuni care în interacţie cu cele exteriorizate ne vor putea oferi o şansă în plus. O bună exersare în om a sugestiei *theoretice*, îmbinată cu imensa capacitate *epistemică* a maşinilor, pot oferi un model viabil dincolo de limitele ce se întrevăd. Vom putea folosi atunci maşinile pentru validare, evitând algoritmii cu complexitate exponenţială, dacă omul se va exersa superior în generarea *theoretică* (aparent spontană) a unor cât mai posibile soluţii.

Astfel, omul nu este exclus de maşină, ci este presupus într-o manieră ce nu acceptă alternativă. Limitele mecanismelor formale, o dată atinse, eliberează şi subjugă în acelaşi timp. Suntem eliberaţi de travaliul formal, dar obligaţi la unul *theoretic*. După o rătăcire *epistemică* de mai bine de două milenii, civilizaţia europeană este readusă la *viziuni theoretice*, în sensul profund omenesc pe care-l dădeau vechii greci acestui termen.

August 1990

[43] Vezi prima secţiune din textul următor, în acest volum.

De la gândirea structurală la cea funcţională în electronica modernă

"Universul pe care l-a adus civilizaţia tehnică este în primul moment - dacă apare într-o societate ce nu are o bună aşezare în ideal - întocmai universului aceluia de început despre care vorbea un presocratic, în care mâini, picioare, trunchiuri de om şi frânturi de lucruri pluteau haotic în elementul universal."
Constantin Noica

Orice[44] *tehnologie* pleacă de la o necesitate exprimată sub forma unei *funcţii* dar eşuează foarte repede într-o abordare *structurală*. Societatea acţionează în sensul fixării funcţiei, menţinerii necesităţii ei, în paralel cu stimularea perfecţionării structurale a obiectelor tehnice. În tehnosferă dinamica structurală este mult mai mare decât cea funcţională, aspectele funcţionale tinzând să fie subordonate, evoluţia realizându-se, în principal, din perspectivă structurală. Această situaţie este poate reflexul faptului că, până a se atinge un anumit nivel tehnologic, este mai uşor de spus ce trebuie făcut, decât de realizat. S-ar putea însă ca în istoria tehnosferei să se fi ajuns în pragul etapei care ne permite să facem foarte multe, totul reducându-se de data aceasta la a ne imagina ce trebuie să facem. Abordarea noastră a fost preponderent structurală dar va putea deveni preponderent funcţională în următoarele decenii, în condiţiile evoluţiilor tehnologice spectaculoase din ultimul timp. Rolul cel mai important în procesul de trecere de la viziunea structurală la cea funcţională îl are tehnologia microelectronică. Sub impulsul şi în contextul oferit de microelectronică, lumea obiectelor tehnice se va îmbogăţi, în primul rând, cu obiecte de care omul şi societatea au nevoie şi, numai în al doilea rând, cu produse care în tehnologiile curente se pot executa mai eficient. Ne vom concentra asupra a ceea ce *trebuie* să facem şi mai puţin asupra a ceea ce *putem* face uşor şi performant.

În textul ce urmează vom încerca să arătăm cum se poate realiza şi ce implicaţii are pentru electronică reorientarea către un mod *imperativ* în stabilirea obiectivelor şi strategiilor de dezvoltare.

Fuziunea dintre tehnosferă şi etnosferă

Electronica funcţională se află la capătul unui drum foarte lung, străbătut de om şi de

[44] Acest text a fost publicat în vol.: *Creativitatea ştiinţifică în slujba progreslui social*, Ed. Politică, Bucureşti, 1989.

societate, pe parcursul căruia a apărut şi s-a dezvoltat o lume a *semnelor* şi una a *uneltelor* care astăzi tind să fuzioneze într-o lume a *uneltelor inteligente*. Să jalonăm acest drum prin momentele sale cele mai importante.

A. Leroi-Gourhan într-o lucrare celebră [Gouhran '64] arăta că:

> *"omul apare drept urmaş al acelor creaturi care au scăpat specializării anatomice. Nici dinţii, nici mâinile, nici picioarele şi în sfârşit, nici creierul său, nu au atins înalta perfecţionare a dinţilor mamutului, a picioarelor calului, a creierului anumitor păsări, astfel încât a rămas apt pentru aproape toate funcţiile posibile, putând să mănânce practic orice, să alerge, să se caţere şi să utilizeze organul incredibil de arhaic pe care îl constituie în scheletul său mâna pentru operaţii dirijate de un creier supraspecializat în generalizare."*

Secretul eludării unor specializări inhibatoare a fost, după acest autor, procesul continuu de *exteriorizare* a funcţiunilor utile supravieţuirii. În aceeaşi lucrare se constată:

> "că *omul se îndreaptă treptat către exteriorizarea unor facultăţi tot mai elevate, ca să poată profita la maximum de libertate, evitând totodată riscul supraspecializării organelor sale."*

Omul se pare că este consecinţa armoniei permise de lipsa superspecializării. Imediat ce o nouă funcţie devenea utilă omului, se declanşa un nou proces de exteriorizare prin care omul îşi păstra pentru sine numai libertatea de a defini funcţiuni, de a formula cerinţe.

Un exemplu de exteriorizare: pentru că omul primitiv se hrănea şi cu rădăcini ce trebuiau dezgropate a început să folosească, în acest scop, pietre ascuţite, evitând transformarea unghiilor în gheare. Poate că omul îşi va elibera şi creierul de superspecializarea pe care tinde să o capete, construind maşini ce posedă funcţia de generalizare considerată de A. Leroi-Gourhan, în citatul anterior, ca fiind specifică omului. Acestea ar putea fi un alt exemplu, a cărui perspectivă nu cred că trebuie să ne îngrijoreze.

Prin exteriorizări succesive omul a creat două lumi noi: *lumea semnelor* (A. Leroi-Gourhan vorbeşte, în acest sens, numai de limbaj) şi *lumea uneltelor* (să o numim, după Tudor Vianu: *tehnosferă*). Am putea vorbi referitor la lumea semnelor de o *etnosferă* în care se depozitează, se memorează, în afara speciei informaţii esenţiale pentru existenţa omului şi societăţii. Din aceeaşi lucrare citătm:

> *"Plasarea memoriei etnice în afara speciei zoologice are drept consecinţe foarte importante libertatea individului de a ieşi din cadrul etnic stabilit şi posibilitatea memoriei etnice însăşi de a progresa... Ruperea legăturii dintre specie şi memorie apare drept unica soluţie (şi o soluţie numai umană) ce poate conduce la o evoluţie rapidă şi continuă."*

Omul pare destinat unei evoluţii *rapide*, rămâne de văzut în ce măsură va putea fi şi *continuă*.

Lumea uneltelor şi cea a semnelor au evoluat foarte multă vreme separat, apoi au început să interfereze. Oamenii au ajuns la concluzia că uneltele pot fi optimizate prin procedee formale şi astfel lumea semnelor a început să o sprijine pe cea a uneltelor. A venit însă şi momentul în care uneltele au început să sprijine proliferarea în lumea semnelor, spre exemplu, prin inventarea tiparului. Artele au fost terenul pe care etnosfera şi tehnosfera s-au intersectat permanent şi cel mai rodnic. Până în timpurile noastre însă cele două

lumi generate de procesul de exteriorizare nu au fuzionat atât de puternic încât să devină altceva decât ceea ce sunt.

Tehnosfera sprijină omul şi oamenii în primul rând în sfera *acţiunilor* lor. Etnosfera este responsabilă pentru procesele de *semnificare*, de *sensul* pe care oamenii încearcă să-l dea vieţii. Dacă luăm tripletul *scriere, lectură, vorbire*, observăm că ocupă un loc central în lumea semnelor, care se sprijină pe el ca pe un suport esenţial. Colaborarea fructuoasă a celor două lumi generate de exteriorizare a permis, în timpurile noastre, producerea unor mutaţii esenţiale: *semnul a început să acţioneze iar unealta să preia funcţii ale etnosferei.*

O parte a lumii semnelor a degenerat în informaţie, preluând controlul funcţional în structurile fizice cele mai rafinate create de mintea omului: calculatoarele. Pe de altă parte scrisul, cititul şi vorbirea sunt din ce în ce mai frecvent funcţiuni efectuate cu unelte, dând, deocamdată numai, impresia că etnosfera se întrupează în tehnosferă. Sprijiniţi de unelte performante oamenii vor putea renunţa poate, pe rând, la scriere, la lectură şi în final chiar la vorbire, redobândind eventual capacitatea de a-şi cupla nemijlocit gândurile.

Deci nu numai că distincţia dintre etnosferă şi tehnosferă se va atenua până la dispariţie, dar vor apare obiecte ce vor permite omului să-şi exteriorizeze şi funcţiuni dobândite şi perfecţionate drept urmare a exteriorizărilor anterioare. Această fuziune va facilita eventual revenirea omului la un mod mai natural de fiinţare, despovărat de sarcinile pe care şi le-a luat cu ocazia diferitelor exteriorizări. Cu fiecare exteriorizare omul a trebuit să-şi apropie deprinderi impuse de interacţia cu noua formă a tehnosferei sau etnosferei. De la o vreme accelerarea procesului de exteriorizare a antrenat şi necesitatea dobândirii unor deprinderi din ce în ce mai numeroase şi mai complexe. (Este evident pentru oricine că se învaţă mult mai uşor mânuirea unei sape decât a unui automobil.)

Şansa de a-şi păstra *libertatea*, deci *sensul* existenţei, omul şi-o asigură prin fuziunea dintre *tehnosferă* şi *etnosferă*, dintre *unealtă* şi *semn*, dintre *acţiune* şi *semnificare*, dintre *muncă* şi *cultură*.

În artă a existat mereu o unitate între meşteşug, ca parte a tehnosferei, şi simbol, ca parte a etnosferei. Această unitate tinde să se extindă, etno şi tehnosfera îngemănate, devenind o formă superioară de exteriorizare.

Substratul fizic pe care această sinteză se poate realiza este dat de structurile microelectronice, care oferă astfel temeiul fundamentării unor forme superioare de libertate pentru om şi comunităţile umane. De înţelepciunea omului depinde ca aceste potenţe să fie actualizate pentru *funcţii* utile în perspectiva unui *viitor civilizat*. Din păcate, până în momentul de faţă, imensa majoritate a aplicaţiilor de vârf din domeniul electronicii este utilizată în scopuri ce nu au şanse de a servi umanitatea nici măcar în perspectivă imediată.

Fuziunea pe care încercăm să o evidenţiem va putea spori şansele de libertate ale omului, dar aceste şanse nu se pot materializa decât printr-o bună alegere. Omul este arhitectul care va trebui să-şi conceapă ansamblul de funcţiuni pe care doreşte să-l realizeze în cadrul acestei noi sinteze. Cheia problemei stă în *arhitecturile* [Drăgănescu '84b] pe care le vom gândi şi le vom implementa. Omul este creuzetul în care etnicul şi tehnicul retopite vor genera forme de exteriorizare care să-l elibereze şi de efectele exteriorizărilor anterioare.

Semnul ca unealtă

Conceptul dominant în tehnosferă a fost şi este încă cel de *structură*, iar în etnosferă cel de *formă*. Obiectele tehnice s-au structurat cu obstinaţie iar lumea semnelor s-a formalizat, ambele încercând astfel să-şi rezolve problemele puse de *complexitate*.

Prin exteriorizare omul a evitat, pe lângă specializare şi complexitatea. Până acum atât tehnosfera cât şi etnosfera s-au luptat cu complexitatea în mare măsură independent una de cealaltă. Au poate o şansă în plus dacă-şi unesc forţele într-o sinteza care să permită depăşirea structuralismului şi formalismului printr-o abordare sub imperiul conceptului de *arhitectură*. Nestructuratul şi neformalul se pot impune măcar parţial în sfera de cuprindere a unei arhitecturi, străpungând bariere rigide în efortul de a domina complexitatea.

Forma şi structura se sprijină reciproc în cadrul demersului ştiinţific. O structură poate fi descrisă formal iar o descriere formală este, de regulă, structurată. În multe situaţii a vorbi de o structură este echivalent cu a vorbi de o formă. O structură poate fi asociată unui limbaj şi reciproc în zonele de vârf ale lumii uneltelor şi semnelor. *Microelectronica* şi *informatica* par a fi eşaloanele cele mai înaintate ale celor două lumi care, la acest nivel, sunt pregătite pentru a fuziona, deschizând era *uneltelor care prelucrează semne* sau a *semnelor care se comportă ca nişte unelte*.

Un prim pas pe calea acestei fuziuni este *electronica funcţională*.

De la structuri fizice şi informaţie la arhitecturi

Termenul de *electronică funcţională* este folosit pentru prima dată în 1959 de J. A. Morton, de la Laboratoarele telefonice Bell, în încercarea de a găsi o alternativă mecanismelor de structurare din electronică. O dată cu aceasta se declanşa şi o ofensivă împotriva "tiraniei numerelor", deci împotriva tendinţelor de abordare formală excesivă. În această primă accepţiune, electronica funcţională încerca realizarea unor funcţiuni bazându-se numai pe proprietăţi fizice intrinseci anumitor materiale, evitând configuraţiile de circuit şi modelarea numerică. Evoluţia cercetărilor nu a confirmat, pe măsura aşteptărilor, această orientare, ce s-a impus electronicii în încercarea de a găsi o cale mai eficientă de dezvoltare. Principala eroare a lui J. A. Morton a fost că nu a făcut distincţia necesară între numeric şi nenumeric, gândind ştiinţa calculatoarelor ca pe un domeniu exclusiv al numericului. Prin aceasta a ratat fuziunea dintre structurile electronice şi cele informaţionale, fapt scuzabil în deceniul şase, când microelectronica de abia apăruse ca termen iar imaginea pe care o aveau despre ea cercetătorii era departe de ceea ce este ea în deceniul nouă. Nici sensul *informaţiei*, ca structură simbolică ce acţionează, nu era suficient limpezit. Informaţia trebuie privită ca o entitate distinctă faţă de datele (numerice sau nenumerice) dintr-o structură de calcul, ea este un ingredient fundamental care permite o nouă abordare a electronicii într-o perspectivă realmente funcţională. Această nouă abordare este propusă de Mihai Drăgănescu în deceniul opt.

În noua sa accepţiune *electronica funcţională* se constituie într-un ansamblu de tehnici ce presupun *structuri fizice* şi *informaţionale* subordonate unor *arhitecturi* astfel concepute încât să satisfacă cerinţele *omului* şi *societăţii* în efortul acestora de a atinge starea de *civilizaţie socio-umană*. O astfel de viziune depăşeşte purul tehnic, care, aliindu-se cu lumea semnelor, serveşte omul şi societatea într-o manieră în care structura şi forma sunt împinse într-un plan secund pentru ca în prim plan să poată apărea ansamblul funcţiunilor

grupate în arhitecturi, definite pornind nu de la ceea ce se poate, ci de la ceea ce trebuie.

Am putea defini electronica tradiţională ca fiind una structurală. Ce presupune în plus sau altfel electronica funcţională?

Limitele abordării sistemice

Dezvoltarea electronicii într-o manieră structurală a presupus abordarea de tip *sistemic*, rezultând astfel limitări fundamentale. Prin ce poate fi limitativă gândirea sistemică? Vom răspunde parţial la această întrebare prezentând o modalitate posibilă de definire a conceptului de sistem.

Să considerăm Universul Nostru, notat cu U, ca un obiect închis din punct de vedere structural (o primă ipoteză simplificatoare şi deci limitativă pentru concepţia noastră). O a doua ipoteză (figura 1. b) va fi aceea prin care se poate accepta definirea a două subuniversuri care să interacţioneze la o graniţă dintre ele. Notăm cele două subuniversuri cu U_1 şi U_2. În al treilea rând facem ipoteza că între U_1 şi U_2 se pot defini două " căi " de interacţiune unidirecţionale (figura 1. c), U_1 şi U_2 apărând cuplate într-o buclă. O a patra ipoteză permite descompunerea lui U_2 în subuniversuri "paralel" conectate (figura 1. d), interacţiunea între ele realizându-se pe "căi" bine şi unidirecţional definite. O ultimă ipoteză, a cincea, va reţine ca semnificativ ansamblul format din U_1 şi U_{2i} (figura 1. e) şi-l va considera ca sistem. În această a cincea etapă se pun în evidenţă intrările şi ieşirile. Ne iluzionăm cu faptul că putem studia ansamblul format din U_1 şi U_{2i} în absenţa unor conexiuni (pe care le-am neglijat). În măsura în care o astfel de abordare este utilă, teoria sistemelor are sens. Utilitatea acestui model a fost dovedită în primul rând de faptul că, folosindu-l, oamenii au progresat atât de mult în cunoaştere şi creaţie încât modelul sistemic se dovedeşte din ce în ce mai inutil.

Ne putem uşor imagina fuziunea între U_1 şi U_{2i} din care rezultă configuraţia clasică a unui sistem (figura 2) cu intrare (X), ieşirea (Y) şi reacţia (Q). Dacă legătura între mărimile de intrare, ieşire şi cele ce se propagă este *formal* specificată, sistemul posedă o *structură* şi va fi reprezentat ca în figura 3, unde X, Y, şi Q sunt *mulţimi*.

O analiză sumară a ipotezelor făcute ne va arăta cât de sărac poate fi faţă de realitate conceptul de sistem.

Prima ipoteză ignoră conexiuni posibile cu alte universuri sau cu o realitate mai profundă [Drăgănescu '79]; de asemenea ignoră omul cu multitudinea conexiunilor sale. Omul face parte numai parţial din Universul Nostru.

A doua ipoteză acceptă posibilitatea definirii a două subuniversuri şi a unei graniţe prin care au loc toate interacţiunile. Complexitatea reală a conexiunilor în U este atât de mare încât este practic imposibilă definirea unei zone prin care toate să aibă loc. Posibilitatea împărţirii în două a lui U este practic nulă.

A treia ipoteză, care evidenţiază o buclă, presupune limitări suplimentare prin faptul că acceptă definirea conexiunilor unidirecţionale. Practica tehnică curentă suportă modelul conform căruia o conexiune bidirecţională este echivalabilă cu două conexiuni unidirecţionale potrivit alese. În realitate această descompunere este generatoare de simplificări greu de acceptat la o analiză atentă, măcar pentru simplul fapt că impun atenţiei noastre obiecte cu funcţii de transfer unidirecţionale.

Descompunerea "paralelă" într-un subunivers este limitativă din considerente similare celei ce decretează descompunerea "serie", presupusă de ipoteza anterioară. Înseamnă că acceptăm faptul că anumite efecte se propagă exclusiv prin porţiuni strict delimitate

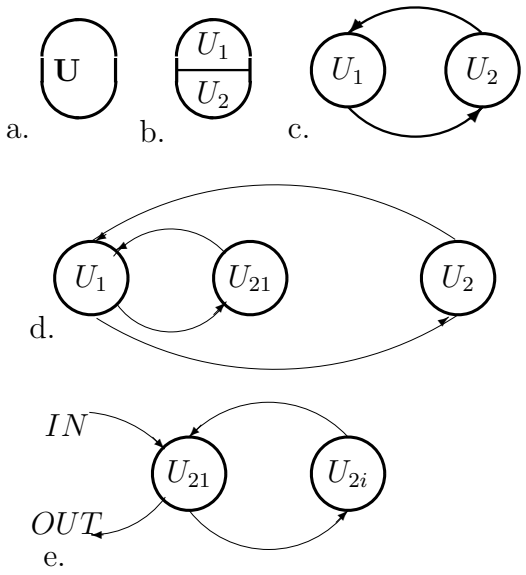


Figure 1: **a.** *Universul Nostru* aproximat printr-unn univers 'inchis U. **b.** Ipotetica divizare a univesului U 'in dou'a univesuri care interac'tioneaza printr-o interfa't'a definibil'a. **c.** Aproximarea interac'tiei prin intermediul a dou'a conexiuni unidirec'tionale. **d.** Ipoteza descompunerii 'in subuniversuri paralele. **e.** Neglijarea care permite definirea sitemului ca o entitate cu intr'ari 'si ie'siri.

ale universului U. Cu o bună aproximaţie un astfel de model este, de multe ori, practic acceptabil. Când vrem să depăşim însă o anumită limită în abordarea sau fuzionarea unor domenii, o astfel de aproximaţie poate introduce limitări fundamentale. Este, poate, cazul abordărilor de vârf din electronică, şi în general din tehnica modernă.

A cincea ipoteză pare a fi cea mai radicală. Ne permitem gestul arogant prin care încercăm să explicăm existenţa unei părţi (U_1 şi U_{2i}), ignorând ansamblul U (despre care ştim din start că nu este totul). În această etapă se conturează conceptele de intrare şi ieşire ce par tehnicianului practician ca fiind nemijlocit date, dar care în esenţă apar ca o încununare a unei serii de aproximări ipotetice. O caracteristică unanim acceptată a conceptului de sistem, cu implicaţii ce nu au fost suficient evaluate, este aceea că posedă intrări şi ieşiri care nu contează de unde vin şi unde se duc. În acest sens putem vorbi de caracterul *deschis* al sistemelor sau de *închideri* printr-o realitate ignorată, de aici rezultând limitele sale fundamentale.

Dintru început, calculatoarele şi echipamentele aferente lor s-au dezvoltat ca sisteme deschise, într-un efort, iniţial justificat, de perfecţionare a structurii interne. Această cale a neglijat complet faptul că această unealtă era folosită de un om sau o colectivitate umană. În timp însă ne-am trezit confruntaţi cu problemele date de faptul că în realitate

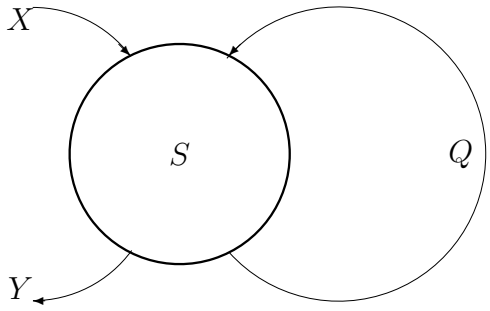


Figure 2: Sistemul ca entitate cu intr'ari 'si ie'siri eviden'tiate prin neglijarea unor conexiuni.

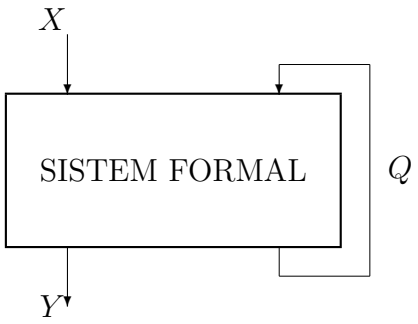


Figure 3: Un sistem formal, 'in care intr'arile, ie'sirile 'si starea iau valori 'in mul'timi finite.

bucla neglijată pentru a permite definirea sistemului de calcul poate fi mai importantă decât sistemul în sine şi impune reconsiderări fundamentale. Evoluţia din ultima decadă şi cea care se întrevede pentru viitor se produce ca urmare a sesizării proastei închideri prin om a uneltei celei mai performante apărute în tehnosferă. Nu se mai poate evolua perfecţionând numai unealta ca sistem, ci trebuie să se ţină cont de ansamblul unealtă-om care nu mai poate fi abordat sistemic, în primul rând datorită caracterului aproape *închis* pe care-l are. Este mai importantă o bună închidere prin om decât o optimizare, oricât de avansată, a sistemului de calcul. Nu sperăm că prin luarea în considerare a omului am lichidat toate deschiderile, dar credem că vom realiza câteva închideri importante, poate pe cele mai importante sau măcar pe cele ce se întrevăd ca fiind importante pentru etapa prin care trecem.

Generaţia a cincea de calculatoare [Moto-Oka '82] se conturează nu ca un salt tehnologic, ci ca un pas ferm pe calea închiderii prin om a unor căi esenţiale pentru creşterea impactului uneltelor inteligente în existenţa noastră. Nu au sens perfecţionări structurale interne ale calculatoarelor dacă nu se perfecţionează, în paralel, şi modalităţile prin care acestea sunt activate de către utilizatorul extern care, de regulă sau măcar în ultimă instanţă, este omul. La limită, unealta inteligentă trebuie comandată în limbaj natural, iar într-o perspectivă mai îndepărtată, direct de gândul omului. Faptul că omul interacţionează din ce în ce mai puternic cu unealta inteligentă va trebui folosit şi în sensul adaptării acesteia la următoarele solicitări ale omului. Deci unealta va trebui să şi înveţe. Funcţiunile la interfaţa cu omul devin, în consecinţă, mai importante decât cele strict interne. Cu alte cuvinte este mai importantă evoluţia mărimilor X şi Y decât cea a lui Q. Din perspectiva tehnologiilor structurale, esenţială era evoluţia internă, în Q. Perfecţionarea tehnologiilor asociate structurii a permis eliberarea energiilor creatoare în vederea unei abordări funcţionale, imperative la bornele sistemelor care tind să se închidă din ce în ce mai bine prin realităţi exterioare, devenind din ce în ce mai puţin sisteme.

Tehnosfera dominată de electronică este deschisă faţă de om şi societate, în sensul că nu se închide o buclă care să genereze în toate situaţiile o integrare realmente valorică a produselor acestui domeniu tehnic. Electronica, prin viitorul ei caracter funcţional, definit imperativ, va trebui să se ocupe şi de ceea ce nu este, pentru a-şi asigura închiderea într-un context potenţat valoric. Câte din produsele oferite de electronica tradiţională corespund unor reale necesităţi umane sau sociale? (Punem această întrebare în contextul în care situaţia din domeniul electronicii se pare că este, oricum, dintre cele mai puţin grave). O proastă închidere a unui domeniu tehnic prin social, uman şi natural nu poate să ducă decât la un proces de continuă degradare a mediului şi a vieţii, reducând şansele accesului la civilizaţie. (Civilizaţie în sensul din [Drăgănescu '84a]).

Cuplajul dincolo de domeniul strict tehnic asigură electronicii funcţionale posibilitatea de a introduce în realitate obiecte ce tind să-şi depăşească statutul de sistem prin capacitatea de a se integra, lăsând cât mai puţine bucle deschise. La limită, un sistem ce se închide tinde să nu mai fie un sistem. Electronica transcende astfel purul tehnic, sau tehnicul, pentru început prin electronica funcţională, căpătând valenţe care o integrează realmente în triada natură-om-societate.

Mimetismul dintre etnosferă şi tehnosferă

Un mod mai puţin evident sau mai puţin evidenţiat de interacţie între tehnosferă şi etnosferă ar putea fi mimetismul ce s-a manifestat între ele, mimetism prin care uneltele

au fost concepute şi integrate *formal*, pe de o parte, iar, pe de altă parte, lumea semnelor s-a dezvoltat *instrumental*. Din aceaste împrumuturi reciproce unealta, ca sistem, a devenit preponderent formală iar semnele au dobândit capacitatea de a acţiona.

Sistemul ca formă

Formalul este o caracteristică intrinsecă etnosferei, fiind reflectată în tehnosferă din lumea semnelor. Etnosfera fiind şi o reflectare a existenţei din perspectivă comunitară, ea se manifestă formal drept consecinţă a acestei reflectări. Forma apare în etnosferă, de unde va iradia asupra omului şi tehnosferei.

Lumea uneltelor s-a dezvoltat *rapid şi continuu* drept consecinţă a unei *sistemicităţi formale* care a determinat abordarea *structurală*.

Închiderea sistemelor prin om, societate sau natură pune pe prim plan ansamblul funcţiilor de interfaţare între sisteme, pe de o parte, şi celelalte realităţi, pe de altă parte. Omul, natura şi societatea putând fi numai parţial abordate sistemic şi formal, apare cu stringenţă necesitatea de a gândi *funcţiuni neformale* şi de a defini arhitecturi în consecinţă. Spre exemplu: cum trebuie gândit un display în faţa căruia va lucra ore în şir un om, un specialist într-un domeniu oarecare? Posibilităţile tehnice de a realiza instrumentul propriu-zis sunt în momentul de faţă foarte mari, putem concepe un display în foarte multe moduri. Care este însă maniera care corespunde cel mai bine modului uman de reacţie, într-un anumit mediu socio-cultural? Cum trebuie să răspundă display-ul cerinţelor utilizatorului şi cum reacţionează utilizatorul uman la modul de acţiune al uneltei, materializat în acurateţea afişării, timpului de execuţie, forma mesajelor? Răspunsul la o cerinţă sau reacţia la un mod de acţiune sunt date de nişte funcţiuni care în acest caz nu mai pot fi abordate strict formal. Psihicul omului şi mecanismele formale ale uneltei formează un ansamblu neformal, guvernat de legi neformalizabile dar foarte importante pentru eficienţa interacţiei om-maşină. Poate nu este prea îndepărtată perspectiva în care înainte de a începe să lucrăm cu un display vom consulta un psiholog pentru a delimita mai corect caracteristicile pe care trbuie să le aibă instrumentul cu care vom interacţiona. Dacă funcţiunea formală a display-ului ca sistem poate fi foarte riguros, precis şi delimitat definită, funcţiunile de interacţie cu utilizatorul vor trebui definite în clase cât mai largi pentru ca indivizii particulari să-şi poată alege unealta cea mai "prietenoasă", cea mai potrivită predispoziţiilor psihice. Din această perspectivă poate că va trebui definit un "psihic" al display-ului, al uneltelor în general, pentru a putea realiza cât mai eficient corelări om-unealtă. Astfel unealta începe să fie mai puţin un *sistem cu o anumită structură* şi devine din ce în ce mai mult o *arhitectură*. Dacă sistemul dobândeşte virtuţi arhitecturale, omul este descris simplificat printr-o arhitectură, pentru a se putea realiza o bună închidere a uneltei. Unealta va vedea omul ca pe o arhitectură. Este un pas mic, dar important, care premerge celui în care unealta va vedea omul ca om.

Într-o arhitectură putem include pe lângă funcţii formale şi funcţii neformale într-un ansamblu coerent, compatibil cu un anumit context şi subordonat unui anumit scop.

Sistemul avea o funcţie proprie, independentă de context. Arhitectura este întotdeauna definită raportat la ceva, niciodată nu se va putea vorbi de o arhitectură în sine. Sistemul se concentrează asupra funcţiei sale, iar arhitectura oferă funcţiuni la interfaţa dintre două realităţi ce pot fi descrise formal sau neformal. *Sistemul* nu se împlineşte în calitate de concept decât într-un cadru *formal* definit, pe când *arhitectura* permite abordări *formale şi neformale* în egală măsură. Când neformalul nu trebuie luat în consideraţie abordarea

sistemică se dovedeşte suficientă. Suntem forţaţi să ţinem cont de neformal atunci când dorim să închidem măcar parţial deschiderile prea mari pe care le presupune sistemicitatea.

Prin abordarea arhitecturală şi neformală încercăm de fapt să anulăm parţial ipotezele care, în secţiunea anterioară, au permis definirea conceptului de sistem. Obiectele tehnosferei sunt studiate şi definite în primul rând prin comportamentul la borne şi mai puţin prin structura lor internă. Tehnosfera devine mai puţin arogantă, omul permiţându-şi o atitudine mai imperativă. Forma trece într-un plan secund, cerinţe firesc formulate determinând evoluţia tehnosferei către o sinteză cu etnosfera, în tendinţa firească a omului de continuă eliberare de sub necesităţi de el inventate. Nu putem încă lămuri ferm problema dacă omul este liber să se exteriorizeze sau să inventeze. S-ar putea să se afle în situaţia de neinvidiat (de către cine?) ca exteriorizarea şi invenţia să se stimuleze reciproc, într-un proces de mult amorsat şi care nu are şanse de a se amortiza. Atunci când pe această buclă omul poate declanşa şi folosi atât formalul cât şi neformalul, procesul capătă o nouă dimensiune care sperăm că se va reflecta benefic în om, societate, şi natură.

Semnul care acţionează

Revenind la începutul secţiunii anterioare să explicităm şi cea de a doua problemă enunţată: cea a semnului care acţionează [Ştefan '85] .

Obiectele electronicii structurale, tradiţionale, interacţionează cu omul, natura sau alte obiecte în principal prin intermediul *semnalelor*, care pot fi audiovizuale, obţinute de la traductoare sau generate pentru a declanşa acţiuni electromecanice. Electronica funcţională presupune cu preponderenţă interacţiuni *simbolice* prin limbaj natural sau limbaje cu restricţii sintactice minime; de asemenea imaginile au un rol din ce în ce mai important. O altă caracteristică ar fi aceea că *sintacticul* care a avut prioritate în electronica structurală este înlocuit din ce în ce mai mult de *semantic*. Semnalele de la bornele obiectelor electronicii funcţionale devin simboluri cu şansa de a semnifica, inundând astfel realitatea cu fluxuri informaţionale ce anterior nu existau.

Valenţe semantice pot căpăta şi simbolurile interne manipulate de o unealtă electronică. Atunci când o structură simbolică dobândeşte semnificaţie într-o structură digitală putem spune că aceea structură a degenerat în informaţie [Drăgănescu '83]. Din considerente strict legate de optimizarea structurii interne, sistemele digitale au evoluat astfel încât în interiorul lor au apărut şi s-au dezvoltat structuri simbolice. În momentul în care au căpătat semnificaţie pentru funcţiile interne, ele au început să acapareze controlul funcţiilor văzute din exterior sau, altfel spus, au preluat controlul actualizării din perspectivă arhitecturală. Dezvoltarea şi definirea sistemelor din perspectivă arhitecturală este descătuşată de puternice restricţii structurale în momentul în care informaţia acaparează controlul actualizării funcţionale. S-ar zice că în tehnosferă se produce un proces de *exteriorizare*: structura fizică îşi exteriorizează posibilităţile funcţionale în structurile informaţionale sau, mai explicit, într-un compartiment până atunci neimportant al etnosferei. Nu a trecut prea mult timp şi evoluţia în lumea informaţiei a decis că trebuiesc exteriorizate unele funcţiuni în lumea structurilor şi astfel asistăm la un proces continuu de exteriorizări reciproce între domenii de vârf ale tehno şi etnosferei: microelectronica şi informatica. Aceasta este, credem, calea pe care se va realiza sinteza, anterior amintită, între cele două lumi generate de om prin exteriorizare.

Pentru a ne limita la o singură unealtă - calculatorul - vom urmări în cazul acestuia, cum s-a amorsat şi se desfăşoară interacţia între lumea uneltelor şi cea a semnelor. Într-o

primă formă calculatorul a fost o structură fizică pură sub forma maşinii de socotit, la care ulterior s-a adăugat facilitatea de a fi programat în vederea înlănţuirii automate a unui număr mare de operaţii elementare. Iniţial, programarea se făcea în limbaj-maşină pentru fiecare tip de maşină, aceeaşi problemă fiind programată altfel.

Pentru a se înlătura această deficienţă au apărut programe care traduc dintr-un limbaj de programare general, nelegat de nici o maşină, în limbajul fiecărui tip de maşină; este vorba de compilatoare. Orice maşină posedă un limbaj propriu şi unul sau mai multe compilatoare pentru limbajele folosite de diverşi utilizatori. Compilatoarele sunt nişte interfeţe între arhitectura (setul de instrucţiuni) unui calculator şi un program scris într-un limbaj de uz general (Fortran, Lisp). În acelaşi timp limbajele de uz general pot fi gândite ca interfeţe între omul care gândeşte soluţia şi o maşină universală - calculatorul - care poate fi pus să rezolve problemele. Pentru gestionarea resurselor unui calculator se concep programe special destinate - sistemele de operare - care-l scutesc pe utilizator de manevrarea explicită a unor structuri. De asemenea, în interiorul maşinii flexibilitatea structurilor controlate informaţional, testată la nivelul programării, începe să joace un rol din ce în ce mai important sub forma microprogramării şi nanoprogramării. Structurile fizice pure de abia se mai zăresc de sub straturile succesive de structuri informaţionale care s-au infiltrat în structura maşinii, dar şi între om şi maşina fizică propriuzisă. Această ofensivă a semnelor, sub forma informaţiei, a cunoscut un maxim în anii 60 şi 70. Odată cu atingerea apogeului au apărut şi limitele acestui proces. Structurile fizice strivite sub cele informaţionale au ajuns nesemnificative atât ca preţ de cost cât şi ca dezvoltare teoretică.

Structura fizică a început prin a-şi exterioriza funcţiunile în informaţie până când, sfidând aparenţa, calculatoarele au devenit nişte unelte aproape pur informaţionale. În acest moment informaţia a declanşat procesul de exteriorizare într-un efort invers, de trecere în hardware a unor funcţiuni executate prin programe, în software. Funcţii care au apărut şi s-au dezvoltat software tind să migreze în hardware. Deci nu o reîntoarcere pur şi simplu în hardware. Un exemplu tipic ar fi acela al maşinilor ce execută direct limbaje de nivel înalt (de exemplu Lisp).

Ca întotdeauna, exteriorizarea este impusă de necesitatea creşterii *performanţei* în contexte din ce în ce mai *complexe*. Exteriorizarea în software a fost impusă în primul rând de necesitatea creşterii *complexităţii*. Structurile informaţionale au căpătat o astfel de amploare încât au putut impune, la rândul lor, exteriorizarea în hardware, de această dată motivat de creşterea *performanţei*. Sporul funcţional obţinut la trecerea din hard în soft, din lumea uneltelor pure în cea a semnelor, forţează peste o anumită limită necesitatea revărsării (exteriorizării) înapoi înspre structura fizică. Această pendulare, care se pare că se va amorsa, va permite apariţia unei noi lumi - cea a uneltelor inteligente controlate simbolic.

Progresele spectaculoase în microelectronică au permis ca semnele ce acţionează să capete un suport pe care să-şi poată desfăşura toate posibilităţile, inclusiv pe cele de exteriorizare. La nivelul microelectronicii şi al informaticii s-a creat canalul prin care comunică stimulativ, cu efecte rapide şi continue, lumea uneltelor cu cea a semnelor. Cu efecte mai puţin rapide şi de multe ori discontinue, cele două lumi au comunicat şi comunică în domeniul artelor. Conlucrarea fiind mai veche şi realizându-se sub presiunea unor forţe mai subtile, se pare că în lumea artelor evoluţia este mai echilibrată, mai apropiată de ritmurile umane de adaptare şi asimilare. După acest început vijelios va urma şi în lumea uneltelor inteligente o perioadă de dezvoltare armonioasă, depăşindu-se

criza axiologică pe care o parcurgem? Sperăm că da.

Un serios semnal de alarmă în acest sens este tras de A. Leroi-Gourhan [Gourhan '64] din care citătm:

> *"Dacă . . . vom considera că omul şi-ar atinge deplina armonie într-un echilibru în care ar păstra contactul cu totalitatea realului, ne putem întreba dacă punctul de optim nu e cumva rapid depăşit din momentul în care utilitarismul tehnic găseşte într-o scriere complet canalizată mijlocul unei dezvoltări nelimitate."*

Deci atenţie la şirul de simboluri! Lăsat liber, după ce a dobândit capacitatea de a acţiona, îşi va impune criterii proprii unei lumi în care omul doreşte încă să-şi păstreze libertatea de a gândi, precum în antichitate, radiant iar nu liniar şi secvenţial cum îl forţează etnosfera. Timpul circular al grecilor din vechime a degenerat într-unul liniar întrupat, mai nou, în tactul intern al calculatoarelor electronice. Acceleraţia pe care o imprimă omului lumea acţionată de informaţie are o limită de care este periculos să ne apropiem.

Inteligenţa artificială: sinteză între etno şi tehnosferă

Pentru a preveni acest risc, în efortul său de adaptare, omul a început să-şi exteriorizeze noi paliere. Pornind de la "teama" că unghiile i se vor transforma în gheare omul a ajuns să se teamă că organul său cel mai subtil - creierul - se va transforma exclusiv într-o maşină inteligentă. Inteligenţa a devenit atât de utilă oamenilor încât omul nu-şi mai poate permite să o exerseze în exclusivitate, de teamă că va deveni o inteligenţă pură. Inteligenţa este, deocamdată, ultimul palier atacat de presiunea exteriorizării, în ceea ce, de câtva timp numim *inteligenţă artificială* (AI). AI este o primă tehnică ce presupune în egală măsură contribuţia tehnosferei şi etnosferei. AI este de asemenea o componentă, o unealtă esenţială a electronicii funcţionale, în care se integrează sub forma unei *arhitecturi dedicate*.

Într-o primă formă AI a apărut în cadrul ştiinţei calculatoarelor ca un reflex al caracterului formal şi limitativ al gândirii algoritmice. Cu toate progresele spectaculoase din domeniul tehnologiei calculatoarelor, abordarea algoritmică se dovedeşte neputincioasă în cazul unor probleme ce depăşesc un anumit grad de complexitate. Chiar dacă există o soluţie algoritmabilă pentru un calculator, mai trebuie îndeplinită şi condiţia ca soluţia să poată fi obţinută într-un timp util. Există probleme ce algoritmic ar putea fi rezolvate, dar timpul de execuţie depăşeşte pe cel al speranţei de viaţă a unui individ din lumea civilizată. Deci algoritmul, chiar cunoscut, poate fi inutil.

Mintea omului funcţionează numai parţial algoritmic, în principal sub influenţa procesului educaţional. Această componentă a fost până de curând exclusiv exteriorizată în tehnica de calcul. AI încearcă să exteriorizeze şi alte procese mentale în efortul de a eluda complexitatea algoritmică.

Un algoritm presupune o parcurgere de regulă exhaustivă a unui spaţiu de multe ori inabordabil de mare. Prin *euristici* se caută scurtcircuitarea unor trasee în această căutare, se încearcă *"ghicirea norocoasă"* a unor soluţii a căror *verificare* presupune algoritmi drastic simplificaţi. Norocul nu ajută însă pe oricine, el este forţat de strategii pe care omul încearcă să le transmită calculatoarelor în efortul de a construi unelte artificial inteligente. Prin AI se încearcă transferarea, măcar parţială, în tehnosferă a unor comportamente umane inteligente.

Un prim comportament inteligent deosebit de eficient este cel al învăţării. Maşina trebuie să dobândească posibilitatea de a învăţa din propria experienţă devenind din ce în ce mai inteligentă. Astfel, fără a atinge performanţele omului de excepţie, o maşină dotată cu AI, în cazul anumitor probleme se poate descurca mai bine decât media rezolvitorilor umani.

Prin intermediul AI produsele electronicii funcţionale vor câştiga şi noi capacităţi de interfaţare cu omul şi societatea. Comportamentul uneltei devine mai "prietenos", utilizatorul putându-se acomoda mai uşor cu noile obiecte tehnice. Maşina va putea avea suficientă inteligenţă pentru a-l putea instrui pe om în felul în care poate fi utilizată. Învăţând mai puţin, omul va putea să capete deprinderea de a folosi unelte din ce în ce mai complexe, în primul rând datorită faptului că acestea posedă inteligenţă sub forma limitată, dar suficientă, a AI.

AI nu este un produs exclusiv al etnosferei sau tehnosferei, ci este unul de sinteză a acestor două lumi ; este poate unul prin care apare o nouă lume în care omul se exteriorizează fără a se împovăra. În lumile celor exteriorizate se produce prin aceasta un eveniment notabil prin care omul îşi mai acordă o şansă.

Electronica funcţională: refuz al exactităţii goale

Lumea uneltelor şi cea a semnelor, în care *"exactitatea se substituie adevărului"* [Noica '78], a fost populată cu obiecte care sunt în mare măsură străine omului, în primul rând, datorită incapacităţii lor de a se invidualiza. Produsele tehnice nu sunt "adevărate" în sensul că nu se pot individualiza decât pe măsură ce nu mai sunt, prin uzură diferenţiată.

Electronica funcţională se va putea constitui şi într-un refuz al exactităţii goale, pentru ansamblul obiectelor tehnice şi pentru şirurile de simboluri ce acţionează, declanşând un proces de stimulare a evoluţiei spre individualizare prin învăţare, nu prin uzură diferenţiată. Vom avea instrumentele pe care le-am "crescut" prin folosire [Ştefan '87]. Individualizarea prin învăţarea asigurată de AI, o va înlocui pe cea datorată uzurii. (Un automobil se individualizează în funcţie de modul de a conduce al posesorului său, dar această individualizare presupune, peste o anumită limită, numai uzură.) Un obiect tehnic dotat cu AI poate evolua în funcţie de experienţa pe care i-a oferit-o utilizatorul uman şi pe care el o poate măcar parţial acumula, devenind din ce în ce mai performant. Există deci o individualizare bună, care prin dobândirea de noi determinaţii favorizează apariţia unor noi generaluri şi există una proastă care prin uzură duce-n haos. Tehnica actuală este în mare măsură generatoare de haos, dar cea bazată pe electronică funcţională şi inteligenţă artificială are ocazia de a aduce ceva nou în lume.

Noul nu poate apărea numai prin individualul pur, ci doar dacă se împlineşte în general. Noul ce nu implică prin explozia determinaţiilor restrângerea în general, nu poate fi decât cel mult un accident. Tehnica tradiţională, cu electronică cu tot, este în cel mai bun caz accidental valoroasă. La îngemănarea dintre tehnosferă şi etnosferă, prin electronica funcţională se oferă obiectelor tehnice şansa de adeverire, şansa de a nu degenera în exactitate.

Nu este prima dată în istorie când omul, în mod instinctiv, se teme să nu degenereze într-o fiinţă dominată de exactitate în acţiune, în cunoaştere sau în gândire. Într-un splendid eseu E. R. Dodds [Dodds '51], un erudit profesor de limba greacă, speculează asupra sfârşitului culturii clasice elene opinând că teama de o raţionalitate dusă peste o anumită limită a fost una din cauzele care au stopat evoluţia acestei civilizaţii. Întoarcerea

la o anumită formă de iraţionalism poate fi motivată prin faptul că omul nu şi-a putut permite, în primele secole ale erei noastre, găsirea unei modalităţi de exteriorizare a raţionalismului, care peste o anumită limtă specializează atât de mult creierul omului încât riscă blocarea evoluţiei speciei umane. Astăzi avem şansa de a exterioriza măcar parţial inteligenţa, omul permiţându-şi urmarea propriei căi fără a face explicit un pas înapoi aşa cum au fost obligaţi vechii greci. Dodds îşi exprimă, în pragul deceniului şase, speranţa că saltul decisiv, pe care raţionalitatea greacă nu a putut să-l facă, va fi făcut într-o bună zi. Zorii acelei "bune zile" se pare că se anunţă. Teama de înregimentare spirituală printr-o raţionalitate formală excesivă este aproape îndepărtată o dată cu apariţia uneltelor inteligente. Omul dovedeşte astfel că este mult mai mult decât o fiinţă inteligentă.

În locul pieirii de sine în multiplicităţi
apare regăsirea de sine în unitate.
Leo Frobenius, 1933

Iulie, 1987

ROSTUL RESTULUI

Experimentul în lumea formalului

Asta mă face să mă gândesc la dialectica lui Hegel, tristissimă, findcă acolo totul se pierde în infinit. Cu fiecare zi, vom avea tot mai multă nevoie de spaţiu finit.

Salvador Dali (1953)

Logica[45] **experimentului ştiinţific**[46]**!** Deci logica încercării. Altfel spus: există oare un set coerent de acţiuni care să ne permită evaluarea prealabilă a unui experiment? Riguros întrebându-ne: există un predicat, să-l numim E, care primind ca argument descrierea unui experiment să întoarcă, prin evaluare, *adevărat* sau *fals*? Să presupunem că există. Atunci, ar trebui să nu ne surprindă faptul că evaluarea acestui predicat, pe maşini oricât de puternice, ne-ar pune, în majoritatea cazurilor, în situaţia de a nu putea decide dacă maşina se mai opreşte sau nu, oferind un răspuns. Puse să decidă tranşant în raport cu descrierea unui experiment, minunatele noastre maşini de calcul ar fi, de regulă, în dificultate. Evaluarea predicatului E va degenera, astfel, dintr-un proces formal previzibil, într-un experiment. Fiind sistematic pusă sub semnul incertitudinii, evaluarea predicatului E capătă coloratura unui experiment. Încercăm să vedem nu ceea ce iese, *adevărat* sau *fals*, ci dacă iese ceva. Va fi vorba de un experiment în lumea formelor şi mai puţin de un calcul, realizat pe o maşină, folosind un formalism oarecare.

Deci, problema logicii experimentului ştiinţific ne conduce direct la problema experimentului în lumea formalului. (În această încercare ne vom limita numai la lumea formalismelor, cea a formelor fiind mult prea extinsă.) Experimentul în lumea formalului se distinge de experimentul ce poate avea loc în lumea fizică sau în cea a mentalului, realizând, în acelaşi timp, şi o legătură între fizic şi mental. Formalismele semnifică pentru mental şi acţionează în lumea fizică în egală măsură, constituindu-se într-o punte care leagă, desparte, dar mai ales potenţează acţiuni în care fizicul şi mentalul se sincronizează superior.

Imaginaţia, formă a experimentului mental, şi acţiunea, tipică experimentului fizic, se întâlnesc la nivelul experimentului formal, în efortul de a atenua distincţii prea net marcate de o evoluţie care a sărăcit expresivitatea gestului insolit, într-o lume în care, de aproape o jumătate de mileniu, gândul şi acţiunea şi-au avut căi proprii[47], prea proprii chiar.

[45] Acest text a fost publicat în *Revista de filosofie*, tom XLII, nr. 4, 1995

[46] Iniţial, acest text a fost prezentat în cadrul simpozionului "Logica experimentului ştiinţific", organizat de Academia Română în zilele de 14 şi 15 decembrie 1994.

[47] Experimentul promovat în Renaştere, beneficiind şi de o anumită toleranţă din partea catolicismului, se prezenta sub forma unei simbioze superioare între acţiune şi gând. Sfârşitul acestei epoci se produce o dată cu intoleranţa practicată de Reformă, care va impune experimentul sub forma acţiunii pure,

Logica experimentului mental! Deci, logica imaginaţiei. Altfel spus: există o coerenţă a imaginaţiei? Într-adevăr, credem că există o coerenţă a imaginaţiei ce *permite adevărului să se extindă mult peste limitele în care formalismele pot să dea socoteală de el*. Putem construi dincolo de ceea ce putem proba. Experimentul mental se poate împlini în cel formal, impunând adevărurile care scapă demonstrabilului. Prea puţine din adevărurile imaginabile în "laboratorul" minţii pot fi prinse în forme. Mult mai multe, nu ştim dacă toate, pot fi construite însă în cadrul unor experimente formale.

Rostul experimentului formal apare, deci, în contextul în care atât experimentul ştiinţific cât şi cel mental au limite inerente, date de disocierile mult prea drastice în virtutea cărora au apărut. Dacă o reconciliere profundă între acţiune şi gând nu este prea curând posibilă, atunci un prim pas îl poate constitui cultivarea experimentului formal. Atunci când infinitul se poate împlini într-o construcţie finită el poate fi asociat atât unui experiment mental cât şi unui model fizic, deoarece are şansa de a fi util printr-un experiment formal.

Dar experimentul în lumea formalismelor are şi cauze ce provin exclusiv din spaţiul formalului, el este condiţionat şi independent de experimentul mental sau de cel ştiinţific. Ştiinţele purului formal, matematicile, tind să devină, printr-o evoluţie independentă, ştiinte experimentale, în aceeaşi măsură în care, spre exemplu, fizica este o ştiinţă experimentală [Chaitin '94]. Dacă pentru Euclid o axiomă era un adevăr *evident*, pentru fizicienii secolului 20 un nou principiu, chiar dacă nu este evident, este adevărat, cu condiţia să fie deosebit de *util*. Utilitatea se va substitui evidenţei şi în matematică, odată ce aceasta intră sub incidenţa abordărilor algoritmice. Un algoritm este o acţiune de construcţie care poate fi utilă sau nu, poate fi realizată sau nu într-un timp util. În aceste condiţii nu trebuie să ne mirăm că un concept matematic nu poate deveni efectiv decât dacă este susţinut de conceperea unor "maşini" care să-i sprijine existenţa prin acţiuni concrete. Intuiţionismul[48] lui Brower şi Heyting, iar mai apoi provocarea lui Gödel[49], la care au răspuns atât de prompt Turing, Church, Kleene şi Post [50], au deschis calea experimentului în lumea formalismelor. Acţiunea efectivă devine un concept matematic odată cu impunerea mecanismelor de recursivitate[51].

---

precedată sau urmată de gând. Segregarea gândului de acţiune va permite înflorirea formalismelor şi maşinismului în detrimentul formelor ce acţionează.

[48]Intuiţionismul leagă foarte strâns existenţa unei propoziţii matematice de o construcţie care să-i corespundă [Brouwer '13]. Se deschide astfel calea către ideea de construcţie algoritmică, văzută ca un principiu care face efectivă o propoziţie matematică.

[49]Este vorba de teorema care demonstrează posibilitatea construcţiei unei propoziţii independente într-un sistem formal [Gödel '31] (vezi şi nota 17 din "Limita ca valoare", în acest volum). O propoziţie adevărată dar nedemonstrabilă are cel puţin utilitatea unei axiome. Noi credem că este vorba de mai mult. Construcţia unei propoziţii independente ne reconfortează cu gândul la posibilitatea de a ne putea construi repere independente. Un reper independent este util în primul rând prin fermitatea pe care o are. Totul este să fim capabili să folosim această fermitate! (Atunci când Arhimede cerea un punct de sprijin promiţând că va putea răsturna Pământul, credem că se referea la un punct independent de la care pornind, să se poată da socoteală de existenţa Universului.)

[50]În 1936 apar patru lucrări fundamentale (republicate în [Davis (ed.) '65]) care propun modele de calculabilitate prin intermediul cărora construcţia lui Gödel să poată fi efectiv realizată. Aceste lucrări fundamentează ştiinţa calculatoarelor şi deschid calea matematicii ca experiment în lumea formalului. Pentru construcţia efectivă va trebui să fie aşteptat anul 1985 [Streinu '85] când, folosind expresivitatea oferită de limbajul Lisp, Ileana Streinu reuşeşte prima construcţie efectivă.

[51]Recursivitatea este o modalitate de definire coerentă a unui obiect matematic, care presupune chiar

Există o logică a acţiunii formale, algoritmice? Experimentul este o acţiune cu rezultate parţial imprevizibile. Logica acţiunii ar trebui să dea socoteală de modul în care trebuie articulate coerent acţiunile elementare prin care se defineşte un experiment. Într-o algebră a acestora ar trebui să distingem construcţiile câştigătoare. Construcţia formală bazată pe o algebră a acţiunilor permite imaginaţiei să conceapă structuri de mare complexitate, rezultând un apetit pentru construcţie greu de imaginat în afara lumii formalismelor. Se pune, în consecinţă, problema corectitudinii acestor construcţii. Este suficientă oare o articulare logică pentru a valida proiectul unei acţiuni? Din mai multe motive răspunsul este negativ.

În primul rând, pentru că orice experiment pune şi problema resurselor implicate. Dacă imaginaţia nu-i lipseşte omului, nu acelaşi lucru se poate spune despre timp sau despre resursele fizice. Aceasta nu-i împiedică pe cei ce imaginează în spaţiul formelor să conceapă algoritmi pentru care timpul, la măsura omului, şi substanţa, la nivelul Universului, se dovedesc insuficiente. Să exemplificăm! Lumea ştiinţifică a considerat notabil un rezultat matematic care optimiza structura unui circuit pentru funcţia de sortare [Ajtai '83], foarte utilizată într-un sistem de calcul. Dar algoritmul era mai performant decât cei anterior concepuţi numai dacă numărul de componente ale circuitului depăşea cifra de 2 la puterea zecilor de mii, în condiţiile în care se estimează la 2^{256} numărul de atomi din Univesul accesibil. Un rezultat superb, dar perfect inutil, mai ales că se referă la o construcţie efectivă. Pe de altă parte, pentru multe probleme, căutarea unei soluţii pe o cale algoritmică optimizată, necesită, pe maşini de mii de ori mai puternice decât cele de care dispunem, un timp de calcul ce depăşeşte sute de secole. Deci, cunoaştem soluţii, dar ele nu vor fi niciodară efectiv utile unei fiinţe umane.

În al doilea rând, articularea logică nu este suficientă, deoarece există posibilitatea proiectării unor obiecte independente de sistemul formal în care sunt construite. În acest caz nu este posibilă validarea lor, dar este foarte utilă, uneori, reţinerea obiectelor astfel

---

definiţia obiectului. Utilitatea unei astfel de definiţii nu se poate manifesta decât prin acţiunea ei efectivă. O definiţie recursivă este folosită pentru a construi.

construite[52].

Matematica, devenind experimentală, a reuşit şi performanţa de a proba inutilitatea multora din realizările sale, care, cu toate că sunt rodul unei imaginaţii fulminante, se dovedesc de nefolosit într-o lume fizică limitată. Pe de altă parte este posibilă construcţia unor obiecte utile care nu pot fi validate prin procedee matematice. Imaginarul delirează, decuplat de lumea fizică sau de cea formală, singura şansă fiind exersarea lucidă a experimentului formal, care ar putea să redea omului un simţ pierdut. Imaginarul, constructiv cenzurat de real, prin intermediul experimentului formal, poate depăşi limite care acum îl marchează nedrept şi inuman.

Ce rol ar putea avea arhitectura experimentului? Aşa cum multe adevăruri utile nu pot fi probate, o mulţime de adevăruri perfect probate se pot dovedi inutile. Cum am putea face astfel încât să maximizăm efectiv spaţiul de manifestare al adevărurilor? Crescând eficienţa experimentului matematic. Pentru aceasta, conceptul cheie, la nivelul căruia cred că trebuie să ne concentrăm, este cel de arhitectură. Gândirea arhitecturală, la limita dintre structurile fizice şi cele formale (matematice) este cea care facilitează schimburi reciproce benefice între lumea maşinilor şi cea a formalismelor. Arhitectura este o interfaţă poziţionată flexibil între maşini şi formalisme, la nivelul căreia se negociază funcţiunile ce revin maşinii şi cele care cad în sarcina construcţiilor formale întrupate în programe. Cât dintr-un experiment formal ţine de acţiunea declanşată de un şir simbolic şi cât ţine de semnificaţia funcţională pe care un şir simbolic o poate avea? Ce revine posibilităţilor acţionale şi ce cade în sarcina posibilităţilor expresive? Negocierea

[52]Orice sistem formal poate fi caracterizat prin:

$$SF = (I, G, A, R)$$

unde:

- I reprezintă un alfabet finit
- G este o gramatică, care permite delimitarea submulţimii şirurilor corect formulate în mulţimea celor posibile; este astfel definit $L(G)$ - limbajul (finit sau infinit) generat de G
- A este un set finit de axiome, prin care se specifică un număr de şiruri adevărate în $L(G)$, în virtutea unei evidenţe sau a unei utilităţi
- R este setul finit al regulilor de inferenţă, care permite ca, pornind de la axiome, să se evidenţieze în mulţimea şirurilor corect formulate şiruri adevărate.

Distingem într-un sistem formal:

- şirurile corect formulate, ele formează $L(G)$
  - şirurile primar adevărate
    - în mod evident sau în virtutea unei necesităţi
    - în virtutea unei demonstraţii
  - restul şirurilor
    - care sunt demonstrabil neadevărate
    - care sunt nedemonstrabil adevărate
- şirurile incorect formulate.

Altfel spus, predicatul demonstrabil aplicat unui şir din $L(G)$ poate întoarce *adevărat* sau *fals*, iar pe unele intrări nu se opreşte din evaluare (printre ele se află şi cele nedemonstrabil adevărate cu o pondere ce pare a fi dominantă).

care are loc la nivel arhitectural este esenţială, deoarece aici se articulează acţiunile cu semnificaţiile[53].

Eficienţa experimentului matematic (formal) este condiţionată de o bună abordare arhitecturală prin care se poate acomoda expresivitatea formei imaginate cu performanţa interpretării ei pe un suport fizic. Arhitectura trebuie să fie o interfaţă între o maşină puternică şi un limbaj expresiv. O nefericită poziţionare a acestei interfeţe între imaginar şi real poate scădea utilitatea experimentului matematic. Îi poate anula chiar sensul. O bună armonizare a gestului formal cu forţa maşinii permite, la nivelul arhitecturii experimentului formal, reconcilierea gândului cu acţiunea. Nu ştim dacă experimentul în lumea formelor este o necesitate absolută în orice spaţiu cultural, dar, în efortul de civilizare bazat pe o cultură bimilenar dominată de aspiraţia către disociere, el vine să refacă conexiuni necesare, astfel încât omul poate să redescopere că *în spaţiul dintre mister şi magie singura atitudine posibilă este jocul.*

Deci, cu speranţa că lucrurile se vor articula normal, poate ne vom reîntâlni altădată să discutăm despre *ludica experimentului ştiinţific.* La o astfel de întâlnire aş propune o lucrare cu titlul:

Experimentul ca joc arhitectural

Dacă acest lucru nu va fi posibil, acest titlu ar fi bun şi pentru textul pe care tocmai l-am prezentat.

Decembrie 1994

[53]Dacă un limbaj de programare este deosebit de expresiv, atunci maşina pe care sunt rulate programe scrise, folosindu-l, riscă să fie foarte solicitată. Condensarea expresiei presupune expandarea resurselor solicitate în procesul de evaluare. Spre exemplu, rularea programelor scrise în foarte expresivul limbaj Lisp solicită foarte mult resursele structurilor clasice de calcul (timpul şi memoria). Singura soluţie pentru a creşte eficienţa rulării aplicaţiilor scrise în Lisp este reformularea arhitecturii în care acest experiment are loc.

Există o constantă universală a cunoaşterii?
Reducţionismul, ca reflectare a alternativei haos-ordine în dihotomia global-local

My message is that science is a human activity, and the best way to understand it is to understand the individual human beings who practice it. Science is an art and not a philosophical method.
Freeman Dyson

Orice[54] limitare iniţială se împlineşte într-una finală. Reducţionismul, ca limitare acceptată mai mult sau mai puţin programatic, va trebui să fie epuizat printr-o deschidere oferită de evidenţierea unei limite. Pornind de la căutarea *locală* a *ordinii* şi ajungând până la acceptarea *globală* a *haosului*, demersul cunoaşterii s-a păstrat constant sub incidenţa reducţionismului. Vom încerca să arătăm că tributul dat reducţionismului în ştiinţă este o limită care poate avea asociată o constantă. Această constantă exprimă faptul că acceptând o cale, sau chiar păstrându-ne sub incidenţa unor căi alternative, va rămâne întotdeauna un rest. Şi nu de puţine ori în acest rest se vor afla lucruri importante.

Cosmotic şi haotic în cunoaştere

Căutarea sistematică sau *găsirea întâmplătoare* au marcat, ca modalităţi extreme, procesul de cunoaştere din toate timpurile. Apariţia şi dezvoltarea informaticii au pus în evidenţă pregnant diferenţa dintre cele două moduri ce devin căi distincte, cultivate explicit. Ordinea şi întâmplarea se instituie în modalităţi simetrice de activare a forţei brute a maşinilor de calcul, în egală măsură marcate de limite fundamentale. Căutăm ordonat sau găsim întâmplător în spaţii ce sunt din ce în ce mai complexe sau mai pline de înţelesuri. Orice câştig pe calea extinderii sau intensificării cunoaşterii are drept consecinţă evidenţierea şi chiar atingerea unor limite ce se vor dovedi, în ultimă instanţă, limite ale atitudinii reducţioniste.

[54]Comunicare la sesiunea anuală a *Comitetului Român de Istoria şi Filosofia Ştiinţei* din 19 octombrie 1995.

Limitele căii cosmotice

Atunci când o problemă este tranşant şi riguros pusă, îşi va găsi rapid o soluţie. Este cazul formalizării procesului deductiv în matematică, enunţat ca problemă prin ceea ce s-a numit programul lui Hilbert. O serie de fapte în lumea celor mai riguroase formalisme au arătat că reducţionismul nu poate funcţiona în ştiinţă decât pentru a fundamenta situaţii triviale, prin simplitatea lor sau prin lipsa unor întelesuri profunde. Citǎm printre aceste fapte: procedeul de diagonalizare al lui Cantor, teorema lui Gödel, problema opririi maşinii Turing, triunghiul lui Escher. Posibilitatea de a construi riguros entităţi indecidabile ne arată că reducerea construcţiei la un proces pur mecanic este uneori insuficientă. Deci, printr-o reducere la absurd probată de exemple celebre, reducţionismul se dovedeşte limitativ pentru cunoaştere. *Somnul raţiunii, ca manifestare a echilibrului dintre spiritul de ordine şi imaginaţie, naşte, într-adevăr, monştri.* Monştrii apar, de această dată, prin ruperea echilibrului datorită *exacerbării spiritului de ordine.* Reducerea cunoaşterii la căutarea şi demonstrarea adevărului îşi găseşte o ultimă zbatere în programul lui Hilbert.

> *"The essence of Hilbert's program was to find a decision process that would operate on symbols in purely mechanical fashion, without requiring any understanding of their meaning."* [Dyson '95]

Acest program urmărea operarea pur formală în lumea simbolurilor, prin neglijarea totală a înţelesurilor lor. Decizia asupra adevărului unei construcţii ar fi trebuit să poată fi realizată întotdeauna printr-un procedeu algoritmic ce acţiona asupra unor mărimi pasive, prin totala lor lipsă de semnificaţie. Dacă pe o cale perfect riguroasă putem construi entităţi absurde, înseamnă că această cale este, în ultimă instanţă, lipsită de sens, chiar dacă uneori se dovedeşte utilă. Se dovedeşte, în acelaşi timp, că adevărul se extinde dincolo de domeniul în care se manifestă demonstrabilul.

Limitele căii haotice

Atunci ne vom pune întrebarea: dacă o căutare sistematică a adevărului se dovedeşte, măcar uneori, falimentară, atunci nu cumva o cale complet aleatoare s-ar putea dovedi mai eficientă? Este o soluţie mai puţin cultivată în istoria ştiinţei, dar din ce în ce mai luată în seamă într-o lume în care complexitatea problemelor de rezolvat a crescut foarte mult. Forţa brută a calculatoarelor, pe care s-a mizat până în urmă cu câţiva ani, se dovedeşte neputincioasă în faţa complexităţii unor probleme ce devin curente. "Căutarea la întâmplare" a unei soluţii se dovedeşte, teoretic şi practic, că este mai eficientă în rezolvarea problemelor complexe. Cu o condiţie: să fie făcută perfect întâmplător!

Să luăm un exemplu. Se dă un graf cu n noduri şi se cere să se afle dacă între două dintre ele, u şi v, există o cale. Procedeul sistematic de căutare presupune o parcurgere ordonată a grafului pornind din u. Un algoritm nedeterminist va parcurge aleator graful pornind din u. Ambele modalităţi oferă o soluţie în timpi medii de execuţie comparabili, cu deosebirea că algoritmul nedeterminist implică resurse fizice mai simple. Într-adevăr, algoritmul nedeteminist presupune un generator de numere aleatoare, realizabil tehnic, într-o variantă pseudoaleatoare, cu un sistem având dimensiunea proporţională cu $log\ n$, iar cel determinist cere o stivă realizată cu un sistem cu o mărime proporţională cu n.

Algoritmii nedeterminişti (stochastici) sunt caracterizaţi prin faptul că cer generatoare de configuraţii aleatoare. Dar, pentru a nu ocoli sistematic porţiuni ale spaţiului în care soluţia poate fi găsită, este necesar ca aceste generatoare să fie perfecte. Care este

procedeul de a genera un proces perfect aleator? Iată o întrebare absurdă! *Nu pot exista reguli sau procedee de generare a întâmplătorului.*

Tehnic se pot realiza uşor generatoare pseudoaleatoare care aproximează foarte bine un generator perfect aleator. Dar această aproximare, oricât de bună ar fi, nu poate exclude, în unele cazuri, posibilitatea ocolirii sistematice a soluţiei. Pentru ca teoretic un algoritm nedeterminist să poată rezolva corect orice caz este necesar accesul la un proces pur aleator.

Este posibil un proces pur aleator? Poate că da. Dar în momentul în care vom interacţiona cu el pentru a-l accesa, îi vom perturba aleatoritatea. Aleatorul nu poate fi nici generat nici accesat (în cazul că ar exista).

Nu ne rămâne decât să acceptăm că şi abordarea nedeterministă ne pune în faţa unei situaţii la fel de limitative ca şi cea deterministă. Ea se dovedeşte, prin aceasta, echivalentă cu cea sistematică. Ambele sunt limitate. Prima generează construcţii indecidabile, iar cea de a doua este alterată prin *rudimente perturbatoare de ordine.*

Efectul perturbator al ordinii

Atât căutarea sistematică cât şi cea haotică a adevărului, pe undeva echivalente, se lovesc de limite fundamentale generate de ordine, ce se manifestă uneori excesiv, iar alteori "homeopatic". Excesul de ordine va fi stânjenitor atunci când prin efecte locale se va încerca stăpânirea globalului. Pe de altă parte, existenţa conexiunilor globale, oricât de slabe, va induce rudimente de ordine în procese ce se doresc perfect aleatoare.

Excesul de ordine

De ce este limitată căutarea sau construcţia sistematică? Pentru că aplică reguli locale în încercarea de a căuta sau a construi în spaţii ce se dovedesc prea mult extinse. Ordinea locală se dovedeşte insuficientă pentru a implica o coerenţă globală.

Spre exemplu: să acoperim un colţ al triunghiului lui Escher şi vom observa că imaginea rămasă devine coerentă. Percepută global imaginea redevine inacceptabilă.

Abordarea preponderent locală, cu efecte ce se doresc globale, ne conduce uneori la situaţii indecidabile, ce nu au o interpretare coerentă. Numai în cazuri particulare, prin acţiuni pur locale se pot genera efecte de ansamblu semnificative. Omul a fost prea des încurajat de astfel de cazuri particulare, pentru că şi-a pus de regulă probleme simple şi nesemnificative. Nu va trebui atunci să se mire că, în cazul general, abordarea locală nu poate da socoteală asupra comportamentului global.

Efectul "homeopatic" al ordinii

De ce este limitată abordarea nedeterministă? De ce nu nu ne putem servi de procese pur aleatoare în procesul de cunoaştere sau în cel de construcţie? De această dată globalitatea proceselor este cea care introduce limitări esenţiale. Dacă acceptăm globalitatea interacţiunilor la nivelul existenţei, atunci manifestarea unui proces pur aleator devine imposibilă. Un proces este perfect aleator numai dacă nu este condiţionat de nimic. Ar însemna că se poate manifesta numai în porţiuni perfect izolate ale realului, deci perfect inaccesibil pentru a fi folosit. Orice interacţie perturbă caracterul aleator, introducând o condiţionare, deci o formă de ordine. Chiar simpla cunoaştere poate perturba un proces

real. Fără intenţia de a genera poveşti paradoxale spectaculoase, se poate da un exemplu limită:

> *Fie o realitate caracterizată, printre altele, în mod esenţial şi de faptul că este cunoscută de n persoane. In momentul în care devine cunoscută şi unei alte persoane, ea pierde această calitate pentru că devine cunoscută de către n+1 persoane.*

Deci, existenţa are oroare de haos, dar în egală măsură are oroare şi de ordine. De asemenea, omul se complace în cunoaştere şi acţiune locală, dar aspiră către global în înţelegerea lumii şi în construcţia ei. Tot omul este cel ce a încercat să reducă modul său de înţelegere şi acţiune la haos şi/sau la ordine.

Alternativa haos-cosmos precum şi alternativa global-local sunt consecinţe ale unui reducţionism, eficient atunci când înţelesurile profunde nu sunt cele mai importante sau când complexitatea problemelor este redusă. Dar *lumea contemporană este avidă de întelesuri şi copleşită de complexitate*. In aceste condiţii, alternativele se pun în discuţie, se evaluează, şi omul, care le-a generat, îşi estimează şansele de a le folosi în continuare. Se pot face, în acest sens, aprecieri cantitative?

Constanta care restricţionează reducţionismul

Cunoaşterea se poate realiza haotic sau cosmotic, după cum am văzut, cu o eficienţă ce depinde de problema concretă. Natura unor probleme va impune o abordare preponderent cosmotică, iar a altora una preponderent haotică. Teza pe care o avansăm este aceea că:

> *atât cunoaşterea haotică cât şi cea cosmotică fiind limitative, nu vor exista probleme, de la o anumită semnificaţie sau complexitate în sus, pentru care numai una din forme să dea rezultate perfecte.*

Dacă vom nota gradul cunoaşterii haotice cu H şi cel al cunoaşterii cosmotice cu C, ambele având valori nenegative subunitare, atunci:

$$HC > K$$

unde: $K > 0$, pentru orice realitate ştiinţific cognoscibilă care depăşeşte o anumită complexitate sau importanţă (semnificaţie).

Dacă am accepta pentru K valoarea 0, atunci am fi în situaţia de a accepta reducţionismul la cosmotic sau haotic.

De asemenea, cunoaşterea se poate baza pe o abordare globală sau locală, ca modalităţi limită ce se pot completa la nivelul aceluiaşi demers. Teza anterioară se poate traduce pe axa global-local prin:

$$GL > K$$

cu $K > 0$, unde G este gradul de cunoaştere realizabilă global, iar L este gradul cunoaşterii realizabile printr-o abordare locală. Identitatea constantelor este ipotetică şi ar putea rezulta din globalitatea haosului şi localitatea cosmicităţii.

Constanta universală a cunoaşterii, K, exprimă limitele reducţionismului, de cele mai diverse tipuri, care marchează descripţia, explicaţia şi interpretarea în ştiinţă. Atât cunoaşterea haotică cât şi cea cosmotică lasă un *rest*. De asemenea abordarea globală

sau cea locală presupun şi ele un *rest*. Măsura acestor resturi este "proporţională" cu K. Natura resturilor cred că este imprevizibilă.

Va fi treaba comună a fizicienilor, biologilor, sociologilor, psihologilor şi informaticienilor să caute care este valoarea, strict pozitivă, a lui K. Chiar dacă nu o vor găsi, strădania căutării va fi, poate, răsplătită cu aflarea multor lucruri despre relaţia subtilă în care se află existenţa cu fiinţarea şi va dovedi, celor care încă nu o cred, că:

> **ştiinţa este arta echilibrului dintre haotic şi cosmotic dincolo de alternativa global-local.**

Dar nu ne vor interesa căile de mijloc. Nu vom căuta soluţii plasate între cosmotic şi haotic sau între local şi global. Va trebui să căutăm în altă parte deoarece adevărul nu se află la mijloc. Echilibrul nu se obţine între, ci într-un al treilea punct. *Stabilitatea mesei cu trei picioare este sugestia cea mai bună pentru cel ce este chinuit de alternative.* Incheiem cu gândul la calea pe care o deschide obsevaţia că:

> *alternativa la doi este trei.*

Octombrie 1995

Coerenţa mentalului şi formalului în experiment

Într-o lume în care experimentul practicat sistematic se extinde dincolo de limite tradiţionale, devenind **experiment mental**[55] sau **experiment formal**[56], ne putem pune întrebarea dacă mai există un domeniu în care experimentul să nu fie o componentă esenţială a comportamentului uman. Experimentul este un reflex pe care omul nu l-a evitat niciodată, dar nici nu l-a conştientizat întotdeauna. Numai atunci când *mintea* omului şi *formele* pe care ea le imaginează, le selectează sau le construieşte intră sub incidenţa unui joc esenţial, pot apărea *tensiuni* date de neconcordanţe ce se cer explicate. **Complexitatea** devine, astfel, un concept cheie pentru a limpezi relaţia dintre deschiderile mentalului şi închiderile formalului. Ipoteza pe care o avansăm pentru a explica aceste tendinţe este aceea că există o necorelare între complexitatea proceselor mentale şi complexitatea reprezentărilor formale puse în joc. Se pare că va trebui să tindem către un spaţiu al cunoaşterii în care formele se pot deschide către neforme, iar mentalul acceptă închideri ce obturează căi sterile.

Către un nou formal

Relaţia dintre formal şi neformal este intens discutată în epistemologia contemporană, în primul rând datorită noilor aspecte evidenţiate de studiul calculabilităţii şi de dezvoltarea tehnologiilor informatice. Atunci când rezultatele unui domeniu devin spectaculoase - aşa cum s-a întâmplat, spre exemplu, cu ştiinţa calculatoarelor - se pun, din cele mai diverse motive, întrebări asupra fundamentelor acestor rezultate. Omul pare a se teme de performanţa ce depăşeşte anumite limite. Nu de puţine ori aceste temeri sunt fundamentate. O atitudine lucidă va clasifica eventualele limite astfel încât să se poată crea baza convertirii unora în deschideri către noi dezvoltări utile.

Limite benigne.
Convergenţa asimptotică a demonstrabilului către adevăr

Luminile şi umbrele abordării formale au fost dintotdeauna în atenţia celor ce studiau fundamentele ştiinţei. Spre deosebire de aceştia, cei ce aplicau ştiinţa fundamentată formal, mai apropiaţi de cenuşiul realităţii, şi-au manifestat mai puţin exaltat sau pesimist. Succesul diverselor formalisme în rezolvarea unor probleme concrete sugerează faptul că

[55]Ilustrat într-o manieră consistentă prin *experimentul filosofic* [Drăgănescu '79].
[56]Ilustrat semnificativ prin *experimentul matematic* [Chaitin '94].

unele limite ale formalizabilului au un caracter benign, ele pot fi tolerate atunci când concreteţea soluţiilor poate servi drept chezăşie.

Din acest motiv *teorema de incompletitudine* a lui Kurt Gödel, cu toate că se manifestă ca o limită fundamentală a sistemelor formale ce depăşesc o anumită complexitate, are un caracter benign, în sensul că implicaţiile ei în utilizarea sistemelor formale pot fi ocolite. Chiar atunci când această teoremă se manifestă sub forma unor probleme insolubile în ştiinţa calculatoarelor, ea nu înspăimântă nici un informatician. Intr-adevăr, *problema opririi*[57], ce planează asupra fiecărui cuplu *program - date de intrare*, nu a putut bloca spectaculoasa dezvoltare a informaticii. Construcţii fabuloase cum ar fi *big omega*[58] [Chaitin '78], un număr a cărui reprezentare binară conţine biţi independenţi, ne surprind intelectual, dar nu ne împiedică să folosim cu succes construcţiile formale.

Să nu uităm nici sintagma clasică: *eu mint*. Faptul că nu înţelegem la ce se referă, atunci când este rostită de un individ, nu ne împiedică să folosim în continuare limbajul natural.

Ne-am acomodat, prin demersuri ce provin din cele mai diverse spaţii, cu ideea că *adevărul* se extinde şi dincolo de ceea ce este *demonstrabil*. Se pare, chiar, că demonstrabilul este un subdomeniu cu o întindere cantitativ nesemnificativă în raport cu adevărul. Limitarea la demonstrabil, chiar dacă unora le pare opresivă, este acceptată de o atitudine pragmatică. Iar o atitudine metafizică cred că este reconfortată la gândul că există adevăruri dincolo de uscăciunea demonstrabilului. Amploarea şi profunzimea acestor adevăruri de dincolo de demonstrabil *transformă limita într-o deschidere*.

De la paradoxul mincinosului şi până la problema opririi, istoria celor create de mintea omului nu a făcut decât să dea semne discrete, prin marcarea unor limite benigne, despre o realitate de dincolo de formal, în care adevărul se manifestă nestingherit şi necondiţionat de rigoarea atrofiantă a formalismelor. Mintea poate experimenta deci într-un spaţiu al adevărului mult extins peste cel al demonstrabilului, generându-se o tensiune datorită faptului că formalul trebuie să se limiteze la experiment numai în cadrul demonstrabilului.

Prin urmare, o primă ţintă strategică pe care ne-o putem propune este aceea de a extinde spaţiul demonstrabilului către spaţiul adevărului.

Limite maligne.
Reprezentarea: cheia eludării complexităţii

Spre deosebire de limitele fundamentale, ce se pot converti în deschideri, limitele cantitative puse de rezolvarea unor probleme concrete nu pot fi valorificate într-o manieră la fel de pozitivă. Atunci când demonstrăm că adevărul unei construcţii mentale nu este decidabil, ne lovim de un perete dincolo de care *sperăm* că se află ceva. Dar atunci când *ştim* cum se rezolvă o problemă importantă pentru optimizarea existenţei noastre, dar constatăm că *nu avem suficiente resurse* pentru a ajunge la soluţie, ne aflăm în situaţia de neinvidiat a celui care străbate o peşteră al cărei tavan există undeva dar nu se întrevede.

Un prim exemplu este *problema comis-voiajorului* iar un al doilea exemplu, din aceeaşi categorie, îl constituie *problema satisfiabilităţii*[59]. Stephen Cook a demonstrat că există

[57] Dându-se un program şi datele pe care le prelucrează, să se afle dacă maşina care-l rulează se opreşte în timp finit. Această problemă nu are o soluţie formală, este indecidabilă.

[58] *Big omega* este probabilitatea ca o maşină, al cărei program a fost stabilit aleator, să se oprească în timp finit.

[59] Vezi anexa A2 din "Limita ca valoare", în acest volum.

o clasă foate largă de probleme concrete echivalente ca efort de calcul cu problema satisfiabilităţii. Este vorba de clasa problemelor NP-complete[60]. Rezolvarea oricăreia cu un algoritm mai simplu, de tip polinomial[61] ar atrage după sine rezolvarea simplificată a tuturor problemelor NP-complete.

Să nu poţi atunci când ştii este mult mai frustrant decât să nu ştii pentru că nu se poate. Cu toate că nu suntem în faţa unor limite teoretice fundamentale, putem afirma caracterul malign al acestor imposibilităţi care nu deschid către nimic altceva.

Este stupefiantă simplitatea enunţului problemei satisfiabilităţii. Cu atât mai blocantă este imposibilitatea de a găsi o soluţie eficientă şi obligativitatea de a accepta soluţia banală a căutării soluţiei prin simpla încercare a tuturor combinaţiilor de intrare posibile. Pentru atâtea alte probleme s-au găsit algoritmi sofisticaţi care optimizau găsirea soluţiei şi pentru această problemă, aparent banală, acest lucru nu este posibil? *"Simplitatea spaţiului" în care a fost definită problema credem că este, măcar parţial, la originea dificultăţilor*. Principiile calculului boolean sunt foarte simple; ele pot fi expuse complet în câteva pagini. Această simplitate stă la baza construcţiilor fizice concrete (circuitele logice) ce permit structurări ample, materializate sub forma calculatoarelor moderne. Consecinţa strict pozitivă a simplităţii premiselor, nu este cumva acompaniată, "într-un târziu", de imposibilitatea de a rezolva concret o problemă de genul problemei satisfiabilităţii? Simplitatea iniţială a reprezentărilor se "răzbună" prin complexităţi inacceptabile ale unor consecinţe importante.

Vom încerca un răspuns indirect, făcând unele evaluări cantitative într-un spaţiu definit cu o simplitate comparabilă. Să considerăm lumea imaginilor alb-negru ce pot fi desenate pe 1 cm^2, cu o rezoluţie de 32 de linii, fiecare având 32 de puncte. Este vorba de lumea trunchiată a imaginilor ce pot fi desenate pe 1 cm^2 cu o peniţă de aproximativ $0,3$ cm grosime, folosind numai linii verticale sau orizontale şi puncte. Deci, oricare din aceste imagini poate fi reprezentată prin $32 \times 32 = 1024$ de semne binare (0 pentru alb şi 1 pentru negru). Rezultă că numărul de imagini *potenţiale* distincte ce pot fi astfel reprezentate este de $2^{1024} \approx 10^{320}$. Să calculăm acum câte imagini, din cele astfel posibile, ar putea să fie actualizate la o scară de ordinul de mărime a istoriei terestre, pentru a vedea în ce măsură o astfel de reprezentare este utilă. Considerăm că un om poate distinge maximum 10 imagini diferite pe secundă. Vom considera, mult acoperitor, că o populaţie de 10 miliarde de locuitori priveşte continuu, zi şi noapte, imagini distincte, timp de 4 miliarde de ani. Numărul de imagini distincte ce s-ar putea astfel *actualiza* este:

10^{10} (persoane) $\times$
10 (imagini discernabile pe secundă) $\times$
3600 (secunde pe oră) $\times$
24 (ore pe zi) $\times$
365 (zile pe an) $\times$
4×10^9 (ani) $> 10^{28}$ imagini.

Rezultă o concluzie stupefiantă: potenţialul reprezentărilor se actualizează într-o proporţie de aproximativ 10^{-292}, adică într-o *proporţie practic nulă*. Dar, *maşini* pentru reprezentarea acestor imagini şi *teorii* pentru tratarea lor se fac ca şi cum toate aceste

[60]Este vorba de acele probleme care nu se pot rezolva pe o maşină finită decât într-un timp proporţional cu $2^{f(n)}$, unde $f(n)$ depinde polinomial de n care este proporţional cu dimensiunea datelor de intrare.

[61]Un algoritm este polinomial dacă rezolvă problema într-un timp proporţional cu n^c, unde n este proporţional cu dimensiunea datelor de intrare iar c este o constantă.

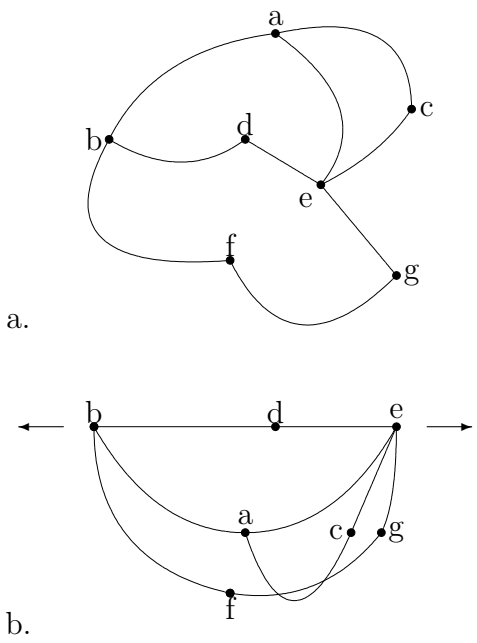


Figure 4: Metodă "analogică" de determinare a drumului cel mai scurt între două noduri ale unui graf. **a.** Graful în care trebuie găsit drumul cel mai scurt între nodurile b şi e. **b.** Reprezentarea, prin bile interconectate flexibil, suspendată astfel încât să se evidenţieze drumul minim între b şi e.

imagini ar fi posibilie! Disproporţia zdrobitoare dintre posibil şi realizabil, odată sesizată, este prea mare pentru a o neglija. Teoriile pe care le concepem pentru a studia formal aceste imagini şi maşinile construite pentru a le manipula sunt destinate tuturor celor aproximativ 10^{320} imagini ignorând faptul că cele ce vor fi efectiv actualizate nu sunt în realitate decât mult mai puţine de 10^{28}. Reprezintă această infimă parte o clasă cu anumite caracteristici distincte în mulţimea tuturor imaginilor posibile? Dacă da, atunci reprezentarea ar trebui să pornească de la ele, cu consecinţe ce ar putea fi foarte importante pentru "teoria imaginii de 1024 de pixeli".

Am putea să ne justificăm reprezentarea binară pe care acum o folosim prin simplitatea teoriei şi a maşinilor asociate. Am putea spune că ne aflăm în faţa unui exemplu limită de *reducţionism*. Dar nu ne putem reprima intrebarea dacă nu cumva o altă reprezentare, eventual mai complexă, nu ar putea să fie mai adecvată şi mai eficientă în cazul unor probleme realmente complexe? Bitul şi funcţiile booleene sunt oare cele mai eficiente reprezentări pentru toate problemelor pe care acum le soluţionăm prin algoritmi cu complexitate exponenţială? Există o şansă ca răspunsul să fie negativ.

Rolul reprezentării în complexitatea procesului de găsire a soluţiei poate fi exemplificat sugestiv prin următorul exemplu. Fie problema găsirii celui mai scurt drum într-un graf între două din nodurile sale. Pentru ilustrare folosim graful din figura 1a, având nodurile $a, b, \ldots, g$ şi arcele cu lungimea marcată pe figură. O soluţie ce foloseşte un algoritm rulat pe un calculator va presupune resurse fizice şi un timp de calcul date prin funcţii de mărimea grafului. O soluţie ce foloseşte o reprezentare convenabilă va putea rezolva problema direct, folosind resurse fizice proporţionale cu mărimea grafului, dar un timp

constant [Dewdney '89]. Soluţia presupune reprezentarea grafului folosind bile interconectate flexibil cu sfori de lungime proporţională cu lungimea arcelor. Să presupunem că ne interesează traseul minim între vârfurile b şi e. Vom ridica în aer reprezentarea grafului, apucând bilele b şi e de care vom trage în sensuri contrare (fig. 1.b). Traseul cel mai scurt, (b, d, e), se evidenţiază imediat.

Exemplul anterior pune în evidenţă şi faptul că o reprezentare perfect adecvată are un grad redus de generalitate. Cu reprezentarea anterioară nu vom putea rezolva decât un număr restrâns de probleme din teoria grafurilor. Este numai o soluţie extremă, dar are avantajul de a contura parţial spaţiul în care o soluţie eficientă poate fi căutată. Între o reprezentare pur numerică (extrem *reducţionistă* prin cei 1024 de biţi folosiţi la reprezentarea imaginii) şi una "analogică" (ce foloseşte bile şi sfori) se află spaţiul în care pot fi căutate reprezentări optime, caracterizate prin suficientă flexibilitate, dar şi o complexitate care să permită căutări sau construcţii simple.

Simplificarea teoriei prin complexificarea principiilor

De ce teoriile formale pot da seamă numai de adevăruri atât de simple în raport cu adevărurile pe care mintea le poate manipula? Credem că răspunsul este foarte simplu: omul de ştiinţă din toate timpurile a fost obsedat de două lucruri:

> *fundamentarea oricărui demers formal pe un număr cât mai mic de principii cât mai simplu formulate,*

cu speranţa că pornind de la ele

> *se pot elabora construcţii formale asociate unor realităţi oricât de complexe.*

Dacă prima aspiraţie a fost cu prisosinţă realizată în foarte multe cazuri, cea de a doua nici măcar nu s-a dovedit justificată. Dezvoltarea *teoriei algoritmice a informaţiei* a permis demonstrarea unei teoreme foarte importante [Chaitin '77], conform căreia:

> *cu aproximaţia unei constante finite, nici o teoremă nu poate să conţină mai multă informaţie decât cea conţinută în setul de axiome ce fundamentează teoria ce a permis deducerea ei.*

Altfel spus, pornind de la teorii simplu şi compact definite, nu se pot deduce teoreme (adevăruri) care să depăşească complexitatea teoriei cu mai mult de o constantă. Tendinţa către simplitate a teoriilor clasice se dovedeşte o limită cantitativă esenţială pentru realităţile de care ar vrea să dea seamă. Bazându-ne exclusiv pe o teorie formală simplu fundamentată nu putem să imaginăm decât experimente mentale limitate la adevărurile de o simplitate corespunzătoare. Mintea va trebui să se limiteze la demonstrabilitatea limitată a unei teorii simple, intrând în conflict cu propriile-i posibilităţi de a experimenta dincolo de demonstrabil, în spaţiul adevărului. Aspiraţia, cu valenţe estetice, pe care au avut-o oamenii de ştiinţă din toate timpurile pentru evidenţierea unor principii simple, ce se dovedesc utile şi clare, a avut drept consecinţă tensiunea pe care astăzi o constatăm între mental şi formal în experiment. Aceste teorii se dovedesc a fi inutile şi neclare pentru rezolvarea unor probleme ce au devenit curente pentru omul de ştiinţă contemporan.

Spre exemplu, putem să interpretăm comportamentul unul individ într-un context dat, pornind de la modul în care funcţionează sistemul său nervos, ţinând cont de totalitatea proceselor fizice şi chimice implicate. Dar dimensiunea travaliului, perfect posibil,

intreprins pe această cale ar fi atât de mare şi rezultatul atât de aproximativ încât efortul nu va putea fi justificat. Mult mai utilă ar fi evidenţierea unor scenarii posibile semnificative pentru o clasă suficient de largă de comportamente, prin utilizarea cărora să poată fi oferită o interpretare cu bună aproximaţie corectă, pentru comportamente umane concrete. O astfel de abordare, promovată de Radu Bogdan, permite soluţii cu o complexitate rezonabilă pentru situaţii reale foarte nuanţate. Premisele unei astfe de teorii, pornind de la elemente mult mai complex reprezentate, sunt evident mult mai ample decât ale celei ce porneşte de la procese fizico-chimice elementare, dar posibilitatea de a soluţiona probleme reale, cu un efort rezonabil, creşte foate mult. *In cadrul unei teorii mai complex fundamentate construcţiile pot fi mai simple.*

Un alt exemplu îl pot constitui *logicile modale*, dezvoltate în secolul XX, prin intermediul cărora realităţi bine circumscrise pot fi mult mai simplu descrise decât folosind logica aristotelică.

Dezvoltarea *lingvisticii computaţionale* se constituie într-un alt exemplu semnificativ. Un eşantion finit dar semnificativ al limbii engleze - *corpus*-ul acestei limbi - a fost utilizat pentru evidenţierea a zeci de mii de reguli. Aceste reguli pot da seamă, cu o acurateţe suficient de mare, pentru orice text scris în limba engleză, constituindu-se în "teoria formală a limbii engleze". Această teorie nu mai respectă aspiraţia către simplitate, anterior menţionată, dar permite analizarea sau construirea unor texte de mare complexitate scrise în limba engleză. Evident, această teorie nu poate fi folosită de un utilizator uman, ea este destinată exclusiv unei maşini puternice de calcul. Zeci de mii de reguli, corespunzând axiomelor şi teoremelor unei teorii clasice, nu pot fi manipulate formal de un utilizator uman. Dar comportamentul calculatorului ce utilizează această teorie, exersând un veritabil experiment, are o complexitate care poate deveni comparabilă cu cea a unui experiment mental realizat în acelaşi domeniu. Chiar dacă mintea mai posedă şi conexiuni pe care un proces formal gândit şi instituit nu le poate avea [Drăgănescu '79], distanţa dintre un experiment mental şi unul formal, realizate în contextul oferit de lingvistica computaţională, sau abordări similare, se reduce semnificativ datorită creşterii spectaculoase a complexităţii experimentului formal.

Cheia către acomodarea mentalului cu formalul se pare că este renunţarea la carteziana aspiraţie către simplitatea şi claritatea teoriilor. **Utilitatea unei teorii depinde, în epoca informatizării cunoaşterii, de complexitatea ei** şi nu de simplitatea care permitea manipularea comodă a unor principii simple, deoarece vom construi, din ce în ce mai mult, teorii pentru uzul maşinilor. In consecinţă, implicarea mentalului va presupune, într-o măsura din ce în ce mai mare, imaginarul, a cărui exersare a fost regretabil neglijată în cultura europeană odată cu reforma protestantă [Culianu '94]. Raţionalismul cartezian a încercat "mecanizarea" gândirii umane, dar a reuşit, spre norocul nostru, numai crearea unor mecanisme exterioare mentalului pentru exersarea performantă a gândirii formale: calculatoarele. Astfel omul se regăseşte liber să-şi exerseze imaginarul la care a trebuit să renunţe parţial timp de câteva secole.

Principala provocare: complexitatea

Redobândirea accesului nestingherit la imaginar, prin care sperăm să putem reechilibra relaţia dintre mental şi formal, este încă un proces în curs de desfăşurare. Motorul principal al acestui proces este provocarea oferită de **complexitate**. Drumul către imperiul

imaginarului este lung, dar îl parcurgem din ce în ce mai rapid, fugăriţi de un monstru, cu atât mai fioros cu cât este mai greu de descris: complexitatea.

Complexitatea: un concept ce nu se lasă uşor definit

Nu de puţine ori cunoaşterea a evoluat sub presiunea *sugestiei* oferite de "concepte" imprecis definite. Sugestia vagului poate fi uneori imperativă, într-o situaţie paradoxală generatoare de imprevizibile cristalizări. Acesta poate fi motivul pentru care, într-o manieră "inconştientă", cunoaşterea tolerează sugestia imperativă a unor concepte ce scapă definiţiilor unanim acceptate. **Timpul** şi **informaţia** intră în categoria acestor concepte catalizante. Un altul tinde să capete un statut similar: **complexitatea**.

Am operat intens cu acest concept chiar în textul de faţă, mizând pe sugestivitatea lui pentru unele din cele mai importante idei pe care am încercat să le impun. Intregul demers poate fi pus sub semnul întrebării dacă ne vom încrâncena în adoptarea unei definiţii riguroase pentru ideea de complexitate. Literatura de specialitate ne oferă mai multe căi, vom propune şi noi una, dar rămânem la gândul că o definiţie riguroasă unanim acceptată nu există încă şi poate ar fi chiar inutilă. Calea către o definiţie care nu există este de multe ori o modalitate superioară de cunoaştere ce nu acceptă încremenirea atrofiantă în formă.

Convergenţa "asimptotică" spre formă poate fi rezultatul unei "negocieri" subtile pe care mentalul o face cu formalul pentru a putea participa consistent la un experiment comun.

Definiţii ale complexităţii

In funcţie de domeniul de aplicaţie sau de profunzimea abordării, conceptul de complexitate a fost definit în diferite moduri. Vom enumera o parte dintre acestea [Edmonds '95] pentru a pregăti introducerea definiţiei noastre în paragraful următor.

Complexitatea ca mărime (size) este uneori folosită atunci când interconexiunile domeniului evaluat nu sunt importante sau când evaluările ce se fac sunt grosiere. De multe ori se foloseşte termenul de *complexitate a calculului* pentru a desemna aspecte cantitative uşor de evidenţiat, cum ar fi: timpul de calcul (în cicluri maşină) sau dimensiunea memoriei folosite. Sistemele digitale sunt uneori evaluate prin complexitatea văzută ca număr de intrări în toate circuitele ce compun sistemul, ignorându-se aspecte legate de topologia sau funcţia circuitului. Mărimea astfel substituită complexităţii creează de multe ori confuzii ce nu pot fi evitate decât prin definiţii mai nuanţate.

Complexitatea ca mărime a definiţiei minime, numită şi **complexitate algoritmică**, oferă distincţii mai nuanţate. Teoria algoritmică a informaţiei permite şi evaluări cantitative ale unor realităţi compuse din multe elemente. Exemplul cel mai simplu, la care se pot reduce toate evaluările formale, este cel al unui şir binar, de regulă, foarte lung. Un astfel de şir este *algoritmic simplu* dacă, spre exemplu, este format din repetarea de 500.000 ori a secvenţei binare 0011. Un şir este *algoritmic complex* dacă este format din 2 milioane de biţi înlănţuiţi aleator, fără nici o regulă. In primul caz descrierea cea mai simplă, care permite obţinerea şirului, este: *generează de 500.000 ori 0011*, iar în cel de al doilea caz este: *generează 0100011100 ... 110010100001101*, unde şirul binar conţine 2 milioane de semne. Mărimea primei definiţii este de o jumătate de rând, pe când cea de a doua definiţie umple spaţiul câtorva volume. Conform acestei definiţii, cel de al doilea şir

are complexitate maximă, neavând o reprezentare mai compactată. Rămâne să ne punem întrebarea: cel de al doilea şir reprezintă într-adevăr ceva? Este totuşi important faptul că se poate face o estimare cantitativă corelată şi cu conţinutul reprezentării.

Este interesant de amintit şi punctul de vedere, preponderent calitativ, al lui B. Edmonds, conform căruia complexitatea este:

> *That property of a language expression which makes it difficult to formulate its overall behaviour, even when given almost complete information about its atomic components and their inter-relations.*

O definiţie semantică a complexităţii

Principala critică pe care o facem definiţiilor anterioare este aceea că nu au ţinut cont în definirea complexităţii de aspecte *semantice*. Teza pe care o avansăm este aceea că nu putem defini complexitatea unei reprezentări independent de *semnificaţia* pe care i-o acordăm. O abordare de acest tip ne va permite să ţinem cont, în egală măsură, de:

- *tendinţa către rigoare a* **formalului**, *prin căutarea unei măsuri*
- *apetenţa* **mentalului** *de a manipula înţelesuri* ,

în tentativa de a concilia formalul şi mentalul. O definiţie pur cantitativă este inutilă pentru că uniformizează aspecte calitative pe care mentalul se sprijină în demersul său. De asemenea, o abordare pur calitativă nu poate oferi abordării formale nici un reper. Avem nevoie de un concept care să asigure un context acceptat în egală măsură de lumea mentalului ca şi de cea a formalului.

Definiţia pe care o propunem necesită unele precizări preliminare.

1. Orice reprezentare formală poate fi realizată sub forma unui şir de simboluri binare.

2. Mărimea unei reprezentări este dată de lungimea şirului binar asociat.

3. Diferenţa a două reprezentări este definită numai pentru reprezentări de dimensiune egală şi are drept rezultat funcţia *sau-exclusiv* realizată între biţii ce ocupă poziţii identice. (Exemplu: diferenţa dintre:
0001110010100011
şi
1100110011001100
este:
1101000001101111.
După cum se observă, s-au modificat (complementat) acei biţi ai "descăzutului" care au corespuns 1-urilor "scăzătorului".)

Putem propune următoarea definiţie:

> **Complexitatea semantică** *a unei reprezentări este dată de modulul diferenţei dintre complexitatea algoritmică a acelei reprezentări şi complexitatea algoritmică maximă pe care o poate avea o reprezentare scăzută din reprezentarea iniţială fără ca semnificaţia acesteia să fie afectată.*

Vom încerca să explicăm această definiţie folosind ca exemplu patru reprezetări bidimensionale (fig. 2):

(a) o tablă de şah,

(b) desenul unui circuit electronic format din componente electronice (rezistenţe, condensatoare şi tranzistoare),

(c) un desen de Picasso,

(d) un număr aproape egal de puncte albe şi negre distribuite aleator.

Complexitatea algoritmică (C_A) a acestor reprezentări este, în aceeaşi ordine:

(a) foarte mică

(b & c) moderată

(d) foarte mare.

Semnificaţia primei reprezentări (tabla de şah) se poate păstra dacă un număr mic de biţi se complementează. Desenul circuitului electronic îşi păstrează semnificaţia dacă din el se scade o imagine relativ simplă. Desenul de Picasso nu suportă nici o modificare dacă vrem ca semnificaţia lui - "desen de Picasso" - să nu fie alterată. Ultima reprezentare rămâne la fel de "semnificativă" - adică nesemnificativă - chiar dacă i se complementează toţi biţii.

In consecinţă, *complexitatea semantică* (C_S) a celor patru reprezentări va fi:

(a) $C_S \approx C_A$, pentru că din C_A se scade o marime comparabilă

(b) $C_S \approx C_A$, pentru că din C_A se scade o mărime nesemnificativ de mică

(c) $C_S = C_A$, pentru că din C_A nu se poate scădea decât o reprezentare nulă

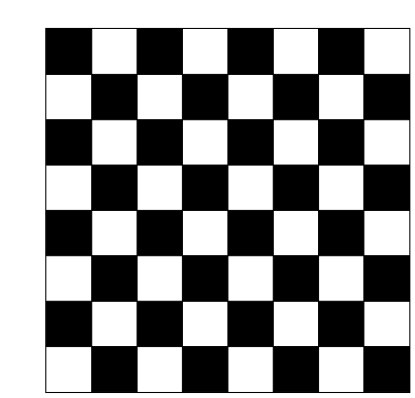
(d) $C_S = 0$, pentru că din C_A se poate scădea o valoare identică.

Complexitatea semantică poate fi mare pentru imagini ce au o reprezentare neregulată, dar posedă o semnificaţie. Spre deosebire de complexitatea algoritmică unde o reprezentare aleatoare poseda o complexitate maximă, în cazul complexităţii semantice o reprezentare aleatoare neavând semnificaţie, complexitatea ei este nulă (deoarece rămâne la fel de nesemnificativă prin complementarea tuturor biţilor reprezentării). De asemenea, imaginile unice, de regulă cele cu valoare artistică, au complexitatea algoritmică egală cu cea semantică, deoarece nici o parte a reprezentării nu poate fi modificată fără a se modifica semnificaţia. Am putea spune că atunci când $C_S = C_A$, reprezentarea are pe lângă semnificaţie şi *sens*. O astfel de reprezentare nu admite încadrarea în categoria formelor, putem spune despre ea că este neformală.

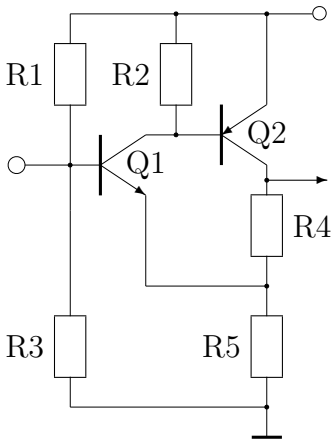
Am putea stabili următoarele corespondenţe folosind exemplul dat prin cele patru figuri:

- figurile din categoria (a) sunt reprezentări *formale*
- figurile din categoria (b) sunt reprezentări *formalizabile*
- figurile din categoria (c) sunt reprezentări *neformale*
- figurile din categoria (d) nu sunt reprezentări.

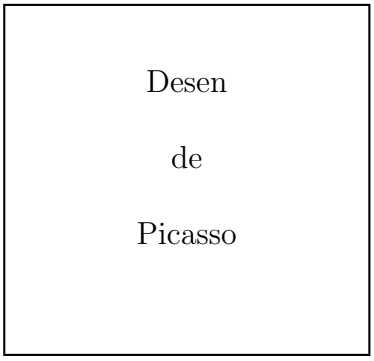
Tranziţia gradată între formal şi neformal se poate face numai într-un spaţiu în care semnificaţiile arbitrează, printr-o experienţă mentală, un proces imposibil de imaginat ca o experienţă pur formală. Definiţia complexităţii semantice se obţine într-un experiment în egală măsură mental şi formal. De aici va rezulta şi utilitatea acestui mod de a înţelege complexitatea pentru coerenţa mentalului şi formalului în experiment.



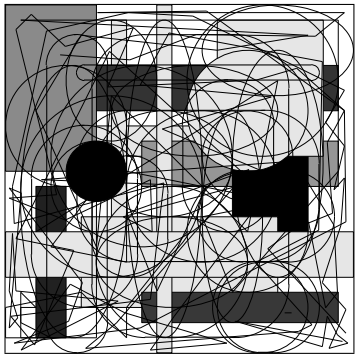
a.



b.



c.



d.

Figure 5: Exemple de imagini tipice pentru *complexitatea semantică*. **a.** Imagine foarte simplă, cu o complexitate semantică minimă. —bf b. Imagine cu o complexitate semantică mare. **c.** Dacă facem efortul de a vedea un desen de Picasso, atunci vom vedea o imagine cu o complexitate semantică mare sau foarte mare. **d.** Imagine nesemnificativă, cu complexitate semantică nulă.

Coerenţa mental - formal prin corelarea complexităţilor

Complexitatea semantică va permite relaxarea tensiunii dintre experimentul mental şi cel formal, datorită compatibilităţii pe care o asigură evaluarea realizată cu o măsură "acceptată" de ambele părţi. Reglarea diferenţei, acum uriaşe, dintre adevăr şi demonstrabil va putea fi făcută cu un instrument de măsură comun.

Concluzia cea mai importantă ce se poate desprinde din acest text este aceea că *elementele unei teorii trebuie să fie suficient de elaborate pentru a avea din start o semnificaţie suficient de mare.* Dezvoltările teoretice clasice pornesc de la elemente şi principii prea simple, care capătă semnificaţie numai pe măsură ce teoria este treptat elaborată. (Un exemplu limită îl constituie lumea imaginilor de 1 cm^2, în care bitul nu are nici un fel de semnificaţie, motiv pentru care spaţiul imaginilor posibile devine, din start şi pentru totdeauna, absurd de mare. Dacă am proceda la fel în cazul lingvisticii, considerând ca structuri elementare literele alfabetului, cu care am accepta formarea oricărei combinaţii posibile, atunci am ajunge la o aberaţie similară; nici măcar orice combinaţie de cuvinte nu este acceptată, fapt pentru care mulţimea textelor posibile este drastic restricţionată. Ar avea, deci, rost un "alfabet" al vizualului?)

Tranziţia de la jocul formelor nesemnificante către operarea cu forme din ce în ce mai încărcate de semnificaţii apropie experimentul formal de cel mental. Complexitatea semantică în cele două tipuri de experimente începe să conveargă către valori apropiate. Construcţiişi adevăruri din ce în ce mai complexe intrând sub incidenţa abordărilor formale, tensiunea dintre mental şi formal tinde să se atenueze.

Aroganţa cu care teoreticienii tradiţionali încearcă să fundamenteze cât mai simplu teoriile pe care apoi doresc să-şi sprijine experimentele mentale, formale sau reale, a condus la blocajul ce caracterizează relaţia dintre aceste trei tipuri de experimente. Deblocarea nu este posibilă decât prin *teorii fundamentate complex* ("neelegant") în care să se poată oferi *soluţii simple* problemelor care astăzi beneficiază de soluţii inacceptabil de mari consumatoare de timp şi resurse fizice.

Tehnologiile informaţionale sprijină această inversare radicală, anticarteziană, de viziune. Experimentul formal este eficient posibil numai pe suportul oferit de instrumentele informatice. *Mintea omului şi instrumentele de calcul pot şi merită să interacţioneze numai dacă se implică specific la complexităţi apropiate.*

Forţa subtilă a imaginarului se poate actualiza numai sprijinită de forţa brută a formalului. Totul este ca aceste forţe să poată fi ţinute aproape una de cealălaltă. Cine le îndepărtează? Cei ce cred că, dacă, demersul cartezian a permis construcţia calculatoarelor, atunci, acelaşi demers trebuie să caracterizeze şi folosirea lor performantă.

7-8 august 1996

Alternativa dualitate-unitate: paradox al raţionalismului?

Raţionalismul ca experiment istoric

Nu o dată[62] în istoria Occidentului raţionalismul a fost o **promisiune**. Dar neîmplinirea ei este departe de a fi o slăbiciune a raţionalismului. Obstinaţia cu care uneori încercăm să impunem raţionalismul este consecinţa unei neînţelegeri: nu vrem să acceptăm faptul că el este numai o parte a unei triade. În mod greşit opunem raţiunea iraţionalului, într-un model binar simplist. *Raţionalismul* nu se opune, el convieţuieşte cu manifestările *culturale* şi cu cele *spirituale*, chiar dacă în această convieţuire nu s-a putut realiza până acum niciodată un bun echilibru. Contactul omului cu realitatea presupune o triadă, în care *claritatea, expresivitatea şi misterul* coexistă cu ponderi diferite, în momente diferite ale devenirii lui în lume.

Pentru cei ce nu pot suporta o interacţie totală cu existenţa, raţionalismul a fost, şi mai este încă, o **speranţă**. Atunci când omul se percepe într-o poziţie proastă în raport cu lumea, se încrâncenează pe calea unor clarificări rigide, în loc să încerce deschideri către comportamente diversificate. Ne-am obişnuit să interpretăm unidimensional şi reductiv raţionalismul grec, folosind o grilă deformată de două milenii de creştinism. Dodds, in singularul său eseu, prezintă raţionalismul grec scufundat într-un complex de comportamente[63]. Speranţa, ca doctrină, ne-a canalizat eforturile unidimensional, oferindu-ne, pe rând, spiritualitatea, culturalitatea, iar mai apoi raţionalismul drept căi eficiente, dar trunchiate, de reglare a relaţiei omului cu lumea.

În spaţiul oferit de trei coordonate: raţiune, cultură, spirit - să-l numim *spaţiul omului* - grecul din vechime îşi găsea o poziţie cât mai depărtată de oricare dintre axe. Gestul lui putea fi deodată clar, expresiv şi plin de mister. Prin aceasta poate că nu era întotdeauna destul de eficient. Tot din acest motiv, împlinirea ca om era pentru mulţi dificilă. Eficienţa şi împlinirea aparentă se pot exersa însă mult mai uşor atunci când omul "coboară" pe *una* din axele spaţiului omului. Post-elenismul este caracterizat tocmai prin unidimensionalizarea spaţiului în care omul se manifestă. O mie de ani de spiritualitate iar ulterior o jumătate de mileniu cultural au impus, prin succesive eşecuri, câteva secole de raţionalism care poate ne vor permite refacerea unităţii pierdute dintre raţiune, cultură şi spiritualitate.

---

[62] Comunicare la sesiunea ştiinţifică cu tema "Descartes şi Leibnitz. Primatul raţiunii, o promisiune sau o speranţă neîmplinită", organizată de Academia Română în colaborare cu Institutul Goethe şi Institutul Francez din Bucureşti, în 16 - 17 mai 1996.

[63] In [Dodds '51] raţionalisml culturii eline este prezentat ca un fenomen tot timpul dublat de ceea ce, simplificând, Dodds numea iraţional. Cred că iraţionalismul, ca etichetă, ascunde o realitate mult mai complexă cu o componentă culturală şi una spirituală foarte pregnante.

Procesul declanşat la sfârşitul Renaşterii cred că reprezintă ultima experienţă unidimensională. Situaţiile paradoxale pe care le va genera, într-un proces continuu de împlinire, ne vor convinge, poate, că o relaţie bună a omului cu lumea presupune o bună locuire a omului de către triada raţiune - cultură - spiritualitate. De asemenea, *viitorul raţional, trecutul cultural* şi *momentul spiritual* se vor sincroniza superior numai dacă omul locuieşte liber în spaţiul tridimensional amintit.

Experienţa raţională modernă încheie un **ciclu** în care pe rând, *spiritualitatea, culturile* şi *civilizaţia* şi-au incercat independent, cu reuşite parţiale, şansa de a echilibra relaţia omului cu natura, cu oamenii şi cu el însuşi. De la o vreme au apărut şi semnele sfârşitului de ciclu. Se pare că primii care le-au sesizat au fost Goethe şi Mozart [Ştefan '"__]. Ei par să înţeleagă faptul că o fiinţă poate suporta existenţa numai dacă dobândeşte capacitatea de a vedea *revelaţia* (spirituală), *imaginaţia* (culturală) şi *explicaţia* (raţională) ca un **tot** nedisociabil. Ne transmit acest mesaj de aproximativ două secole. Poate că într-un târziu îl vom înţelege şi vom fi in stare să-l asimilăm ca mod de viaţă.

Descartes şi Leibnitz au fundamentat acest ultim experiment, al raţionalismului, astfel încât el să se poată împlini închizând consistent, cu o evoluţie naturală, ciclul bimilenar amintit. Ei sunt, prin aceasta, nu numai figuri centrale ale raţionalismului, ci şi gânditori care şi-au spus cuvântul potrivit, la momentul potrivit, într-o evoluţie caracterizată prin obsesia disocierilor.

Complexitatea potenţială - o şansă pentru Descartes

Raţionalismul modern occidental apare într-o lume divizată cultural datorită efortului disperat de a se reface de pe urma unui proces milenar de anihilare a raţionalismului grec şi a civilizaţiei romane. Diversitatea culturală, generată în prima jumătate a mileniului doi, s-a dovedit a fi o puternică sursă de *complexitate*, într-o lume care nu mai accepta astfel o necondiţionată (dogmatică) unitate. Stăpânirea complexităţii odată dezlănţuite nu se mai putea face prin revenirea la o unitate condiţionată dogmatic (adică necondiţionată). Singura şansă era oferită de găsirea unor căi *simple sau simplificatoare*. Reducţionismul, cultivat cu cele mai diferite nuanţe, devine o atitudine obligatorie. Este, astfel, perfect justificat demersul reducţionist de tip cartezian, explicit afirmat în *Discurs asupra metodei* [Descartes D]:

> *După cum multitudinea legilor justifică adesea viciile astfel încât, de pildă, un stat este mult mai bine condus atunci când nu are decât puţine legi, dar acestea sunt strict urmate, tot astfel, în locul numeroaselor precepte ale logicii, am crezut că-mi vor fi suficiente următoarele patru reguli cu condiţia de a nu mă abate de la hotărârea fermă şi statornică de a le respecta întotdeauna* (pag. 121).

Deci, cunoaşterea trebuie să pornească de la un set cât mai redus de principii simple. Această atitudine implică şi o prezumţie: lumea este suficient de simplă pentru a putea fi descrisă cu ajutorul unui "instrument" simplu. Obiectul cunoaşterii este numai **aparent complex**, totul este să găsim acea cale simplă care să ne permită descrierea oricărui fenomen prin mijloace simple. Nu ştim în ce măsură Descartes a fost conştient de această prezumţie. Astăzi este foarte dificil de apreciat dacă această prezumţie corespunde sau nu realităţii. Aparent, nu corespunde. Dar cred că se impune o discuţie mai nuanţată.

O serie de instrumente formale, dezvoltate sub incidenţa informaticii, pun problema complexităţii într-o lumină nouă. Teorii legate de informaţia algoritmică, fractali, automate celulare, algoritmi genetici, reţele neurale, haos repun în discuţie conceptul de complexitate. Informaţia algoritmică evidenţiază complexităţi potenţiale foarte mari, dar este evident că actualizarea acestora este imposibilă. Pe de altă parte, fractalii[64] sau automatele celulare[65], pornind de la câteva reguli foarte simple, au manifestări de o spectaculozitate (aparentă?) greu de explicat empiric. Algoritmii genetici[66] sau reţelele neurale[67] pot soluţiona acceptabil, folosind resurse rezonabile, probleme de foarte mare complexitate. Haosul[68], teoretic înspăimântător de complex, se dovedeşte, în realitate, mult mai previzibil, uneori chiar prea previzibil.

Leibnitz [Leibnitz M] are o atitudine similară cu cea a lui Descartes, dar adaugă un accent particular:

> *31.* **Raţionamentele noastre** (s.m.) *sunt întemeiate pe două mari principii, principiul contradicţiei, în virtutea căruia socotim fals tot ce cuprinde în sine o contradicţie, şi adevărat, ceea ce este opus falsului, adică în contradicţie cu acesta;*
>
> *32. Şi principiul raţiunii suficiente, în virtutea căruia considerăm că nici un fapt nu poate fi adevărat sau real, nici o propoziţie veridică, fără să existe un temei, o raţiune suficientă pentru care lucrurile sunt aşa şi nu altfel, deşi temeiurile acestea de cele mai multe ori nu ne pot fi cunoscute.*

[64]Conceptul de fractal s-a impus prin lucrările lui Mandelbrot. Este vorba de mecanisme formale foarte simple care, recursiv aplicate, generează configuraţii de mare spectaculozitate asemănătoare unor procese reale (cum ar fi, spre exemplu, structura unei ferigi sau a unui masiv muntos erodat de ape).

[65]Conceptul de automat celular a fost dezvoltat de John von Neumann pentru a-l folosi la conceperea unei maşini care se autoreproduce. Presupune o reţea unidimensională sau bidimensională de automate finite care evoluează în funcţie de propria stare şi de starea automatelor dintr-o vecinătate limitată. Pornind de la funcţia de tranziţie a fiecărui automat (de regulă, foarte simplă şi aceeaşi în toată reţeaua) şi de la starea iniţială a reţelei se pot obţine uneori comportamente globale semnificative. Este un exemplu de sistem în care sub incidenţa unei stricte localităţi se produc fenomene globale coerente.

[66]Atunci când soluţia optimă a unei probleme se află într-un spaţiu atât de mare încât găsirea ei nu se poate face printr-o căutare sistematică, într-un timp rezonabil, pe o maşină oricât de puternică, atunci se acceptă găsirea unei soluţii aproape optimale printr-o căutare pseudoaleatoare convergentă. Convergenţa către soluţie se poate face prin "generaţii" succesive de soluţii care se reproduc prin "exemplarele" cele mai "performante". După un număr de generaţii programul poate decide că un exemplar al generaţiei curente este suficient de performant. Uneori este chiar cel mai performant. În acest proces evoluţia presupune şi procesarea pur aleatoare, prin "mutaţii", asigurând parcurgerea parţială cât mai uniformă a spaţiului soluţiilor, astfel încât să fie maximizată şansa de a nu ocoli zona în care se află chiar soluţia optimă. Din cauza asemănării cu procesul darwinian de selecţie naturală, aceşti algoritmi au fost numiţi algoritmi genetici.

[67]Sugestia oferită de reţelele de neuroni, care formează sistemul nervos natural, a fost folosită pentru a defini un model simplificat de procesare a informaţiei. Actualizarea funcţională a unei reţele neurale artificiale se face printr-un proces de "învăţare" în care parametrii reţelei se ajustează, într-un proces iterativ, folosind exemple semnificative. Un proces de "învăţare", cu o durată rezonabilă, folosind un număr redus de exemple tipice, pemite obţinerea unor performanţe acceptabile (nu întotdeauna maxime) cu resurse fizice modeste într-un timp relativ mic.

[68]S-a constatat că un comportament haotic (aparent neguvernat de nici o lege) în interacţie cu o realitate neliniară (ce reacţionează şi în funcţie de parametrii excitaţiei primite, manifestând astfel o anumită formă de "sensibilitate" la natura stimulului recepţionat) se poate organiza (autoorganiza?) într-un comportament semnificativ. Astfel, haosul se instituie într-o sursă de acţiuni sau fenomne semnificative utile. Prin aceasta haosul se dovedeşte "deschis" către a se autoorganiza, sau este forţat la organizare de o structură superior "sensibilă" (neliniară) sub forma a ceea ce în el poate fi o ordine implicită?

"Raţionamentele noastre" trebuie să se bazeze pe cele două principii şi nu realitatea la care se referă. Dacă la Descartes principiile caracterizau în general atitudinea celui ce cunoaşte, la Leibnitz principiile se referă numai la raţionamente. Dar adevărurile la care omul are acces nu se reduc numai la cele raţionale:

> *33. Există de asemenea două feluri de adevăruri, cele de raţionament şi cele de fapt. Adevărurile de raţionament sunt necesare şi opusul lor imposibil, iar cele de fapt sunt contingente şi opusul lor este posibil.*

Adevărurile contingente nu pot intra complet sub incidenţa "raţionamentelor noastre"; la aceste adevăruri cunoaşterea poate avea acces dincolo de raţiune. Complexitatea realului rămâne sub incidenţa adevărurilor contingente? Atunci deviza raţionalismului leibnitzian ar putea fi: *să cunoaştem ceea ce poate fi cunoscut simplu!* Pe de altă parte, deviza raţionalismului cartezian ar fi: *realitatea este simplă şi poate fi cunoscută pornind de la principii simple.*

Cine are dreptate? Atitudinea lui Leibnitz pare mai nuanţată, pe când cea a lui Descartes este foarte tranşantă. Tindem să-i dăm dreptate primului, dar ne putem aştepta şi la surpriza ca cel de al doilea să aibă dreptate. S-ar putea ca realitatea să fie numai *potenţial complexă* iar actualizarea acestei complexităţi teoretice să fie imposibilă la scara percepţiei şi acţiunii umane[69]. Suma tuturor lumilor posibile într-o desfăşurare temporală foarte extinsă este cu certitudine foarte mare. Dar cât este de complexă lumea actuală în raport cu suma anterioară? Raportul dintre diversitatea actuală şi cea potenţială tinde către zero cu o foarte bună aproximare. În acest caz este legitimă întrebarea: ce caracterizează această infimă parte (ce caracterizează mulţimea celor 10^{28} de imagini din mulţimea celor 10^{320} posibile?)? Un răspuns, greu de justificat în acest moment, este: *posibilitatea de a fi cunoscută raţional*[70].

Dualitatea corp-suflet şi unitatea monadei

Descartes a fost şi el nevoit să impună o delimitare: cea dintre suflet şi corp. Este o delimitare mult mai netă decât cea leibnitziană dintre adevărurile raţionale şi cele de fapt. Această **dualitate** va permite separarea celor cognoscibile raţional (la Leibnitz raţiunea suficientă trebuia să caracterizeze şi adevărurile contingente). Distincţia dintre semnificaţii şi sensuri a putut fi astfel realizată într-o manieră "raţională". Este foarte interesantă evidenţierea faptului că se pune şi problema cunoaşterii sufletului, care este chiar mai uşor de realizat:

---

[69] Vezi discuţia despre imaginea de 1 cm^2 din "Coerenţa mentalului şi formalului în experiment", secţiunea "Limite maligne", în acest volum.

[70] Calculul făcut referitor la imaginea de 1 cm^2 atenuează rezultate teoretice pesimiste referitoare la capacitatea de a oferi reprezentări formale realităţii. Conform teoriei algoritmice a informaţiei, anterior citată, capacitatea de a oferi reprezentări condensate unei realităţi extinse scade exponenţial dacă reprezentarea scade liniar. Teoretic, în realitatea potenţială subspaţiul celor formalizabile tinde spectaculos de rapid către zero. Dar în realitatea actuală? Extensia domeniului real (actual) în care teoriile formale sunt posibile se poate institui într-un argument pentru faptul că din realitatea potenţială se actualizează acea parte care poate fi raţional abordată. Infima parte a realităţii actuale s-ar putea să posede un ordin de mărime apropiat de cel al realităţilor formalizabile, ce pot intra sub incidenţa raţionalităţii. Această observaţie poate fi numai un punct de pornire într-o discuţie mult extinsă. (A se vedea în acest sens şi prima aneză din "Simbol şi acţiune", în acest volum.)

> *Astfel încât acest eu, adică sufletul prin care sunt ceea ce sunt, este în întregime distinct de corp şi chiar mai uşor de cunoscut decât el; în afară de aceasta, chiar dacă nu ar exista corpul, sufletul n-ar înceta să fie ceea ce este* (pag. 130).

În opoziţie cu această dualitate carteziană, monada este, pentru Leibnitz, o **unitate** simplă, fără părţi, din care este compusă realitatea. Imposibilitatea identităţii va impune individualitatea nestructuratului în discursul leibnitzian, astfel încât monadele vor fi diverse rămânând unitare. Nu putem să nu remarcăm faptul că discursul din Monadologie începe prin a fi *sugestiv*, la limita paradoxului, pentru a deveni treptat raţional într-un decrescendo normal pentru un demers filosofic ce fundamentează raţionalitatea ştiinţei.

Disocierea fundamentează demersul cartezian, pe când *continuitatea* presupusă de unitatea monadelor caracterizează abordarea leibnitziană. Această polarizare se va propaga până la nivelul teoriilor matematice unde *produsul cartezian* şi *calculul infinitezimal* sunt produse tipice pentru cei doi raţionalişti.

Cum se acomodează în spaţiul raţionalismului două tendinţe atât de opuse? Prin:

- extremismul pe care-l promovează cele două abordări
- atentatul realizat în egală măsură la produsele superioare ale imaginarului[71]

În spaţiul limitat în care, fatalmente, mintea omului se poate manifesta, extremele sfârşesc prin a se atinge. Raţionalismul conţine două filoane distincte care au coabitat şi interacţionat fecund până în momentul în care ştiinţa calculatoarelor le-a permis să se manifeste net distinct. Nu avem de a face cu un paradox, ci cu o naturală polarizare generată de poziţiile extreme pe care le permite cultivatea în exces a raţionalismului.

[71] Ioan Petru Culianu în "Eros şi magie" [Culianu '94] descrie foarte sugestiv acest atentat la imaginar:

> *Dacă ne putem astăzi lăuda că avem la dispoziţie nişte cunoştinţe ştiinţifice şi o tehnologie care nu au existat decât în fantezia magicienilor, trebuie să recunoaştem că, de la Renaştere încoace, facultăţile noastre de a opera direct cu propriile noastre fantasme, dacă nu şi cu cele ale altora, s-au micşorat. Raportul dintre conştient şi inconştient s-a modificat profund, iar capacitatea noastră de a ne domina propriile procese imaginare s-a redus la zero.* (pag. 19)

Putem da concret şi exemple legate direct de cei doi mari gânditori.

Astfel, Descartes oferă celor ce erau mai puţin dotaţi cu imaginaţie spaţială, bidimensională sau tridimensională, un instrument eficace de a rezolva probleme de geometrie: geometria analitică. Dar, în acelaşi timp, pe cei superiori dotaţi cu imaginaţie bi sau tridimensională îi obligă la un exerciţiu unidimensionalizant în lumea unidimensională a şirurilor de simboluri. Eficienţa cu care se vor rezolva probleme curente se va institui într-un atentat la capacitatea de a imagina soluţii spectaculoase pentru probleme realmente dificile. Nu deplângem lipsa spectacolului ca pe un efect în sine, ci lipsa spectacolului ca exerciţiu superior pentru creativitate. Nu negăm rolul geometriei analitice în dezvoltarea ştiinţei, dar atragem atenţia asupra preţului pe care omul ca întreg a trebuit să-l plătească (din unele puncte de vedere acest preţ a fost mic, dar mai nou apar şi efecte care se manifestă amplu pe alte dimensiuni).

Leibnitz este copărtaş la inventarea calculului infinitezimal. Dezvoltarea în serie a unor funcţii a permis conceperea unor instrumente matematice eficiente. Apariţia calculatoarelor a cerut însă dezvoltarea unor algoritmi rapizi şi foarte precişi pentru calculul funcţiilor trigonometrice, hiperbolice, exponenţiale şi pentru inversele lor. Cele mai rapid convergente serii nu s-au dovedit suficient de performante. Au trebuit "dezgropate" lucrări anterioare inventării "eficientului" calcul infinitezimal, pentru ca problema să-şi găsească o soluţie acceptabilă. O lucrare din prima jumătate a secolului 17 [Briggs 1624] conţinea algoritmi, unii cunoscuţi de milenii (regula stadionului cunoscută de Pitagora pentru calculul radicalului cu un efort comparabil cu al unei împărţiri), care să ofere o precizie de 10^{-10} în timpul de calcul a $2-4$ operaţii aritmetice de înmulţire sau împărţire. Redescoperirea a fost făcută în anii 60 [Meggit '62] ai secolului nostru şi este foarte puţin popularizată chiar în mediile universitare.

Filonul leibnitzian ce porneşte de la: *să cunoaştem ceea ce poate fi cunoscut simplu!* s-a manifestat, în scurta istorie a calculatoarelor, prin încercarea de a folosi reprezentări formale globale pentru a da socoteală de efecte locale. Este deja o abordare "clasică" în ştiinţa calculului.

Filonul cartezian este responsabil de orientări mai noi ce au un caracter "neconvenţional". Aceste căi presupun că: *realitatea este simplă şi poate fi cunoscută pornind de la principii simple.* S-au fundamentat astfel mecanisme bazate pe autoorganizarea unui spaţiu caracterizat prin reguli locale simple. Această paradigmă încearcă să genereze efecte globale pornind numai de la specificarea regulilor locale. Automatele celulare, reţelele neurale sau algoritmii genetici permit apropierea de soluţie prin procese convergente de autoorganizare.

Raţionalismul se manifestă încă o dată simplificând excesiv realitatea. Pe de o parte prin global poate fi specificat localul, iar pe de altă parte prin reguli strict locale se pot genera efecte globale. În primul caz *ierarhia cauzală* este principiul, pe când în cel de al doilea caz *funcţionarea sincronă* fundamentează calculul[72]

O abordare raţională nici nu putea să ne conducă altundeva decât într-o lume a formelor în care procedee net distincte se exclud reciproc, impunând astfel limite fundamentale. Abordarea neconvenţională este consecinţa limitelor abordării clasice. Pe căile neconvenţionale se rezolvă aproximativ probleme inabordabile prin procedee clasice.

Dualismul cartezian şi monada leibnitziană nu sunt decât două feţe complementare ale raţionalismului. Unitatea se manifestă ca o *promisiune* iar dualitatea ca o *speranţă*. *Promisiunea* nu poate fi întotdeauna onorată din cauza complexităţii, aşa că ne mai rămâne *speranţa* că o soluţie aproximativă ne va putea satisface.

Dar nu aş vrea să uităm că încrâncenarea cu care *căutăm raţional* **soluţia** este dată de imposibilitatea de a ne-o *imagina* sau de incapacitatea de a o *dezvălui*.

Mai 1996

[72]Nu putem să nu facem conexiunea, poate fantezistă, între gândirea obsesiv cauzală a Occidentului şi percepţia sincronică a realităţii practicată în gândirea orientală. Este acest gând, poate, expresia speranţei inconştiente ca preocupările pentru calculabilitate să ne dezvăluie, şi pe cale raţională, cele două procese fundamentale care conlucrează la perenitatea existenţei? S-ar putea, atunci, ca raţionalismul să-şi găsească în această dezvăluire "raţiunea" de a ne fi obsedat de atâtea ori în istorie. Ştiinţa calculului va permite, oare, ca raţionalismul modern să fie ultima "reîncarnare" a raţionalismului?

Informatica şi triada spiritualitate-culturi-civilizaţie

Preambul Atunci când se impune o schimbare este binevenită intrebarea: nu cumva prilejul trebuie folosit pentru modificări mai ample decât cele impuse? O jumătate de secol de totalitarism impune regândirea organizării şi finanţării cercetării[73]. Dar va trebui să folosim acest prilej şi pentru a realiza modificările cerute, peste tot in lume, ca urmare a tendinţelor induse de evoluţia mentalităţilor şi tehnologiilor. Există şansa ca soluţiile pentru schimbarea impusă să fie oferite de modificările prilejuite. Dacă cercetarea este privită ca un proces în sine, atunci reformarea ei se va face mai dificil. Teza pe care o avansăm presupune că, în actualul stadiu al cunoaşterii, cercetarea este intim şi imperativ legată de procese educaţionale. Vom încerca să arătăm că evoluţia istorică a mentalităţii cercetătorului, corelată cu dezvoltarea tehnologiilor, sugerează noi forme de organizare şi noi stiluri de abordare.

Procesul de învăţământul începe cu educaţia, continuă cu instrucţia, pentru a reveni definitiv la educaţie atunci când cercetarea devine instrument al cunoaşterii profunde.

Introducere

Modificări importante în politica ştiinţei se pot produce din mai multe motive:

- o tranziţie sociopolitică majoră
- existenţa unor modele mai eficiente ce ar putea fi adoptate
- mutaţii importante care se produc în procesul cunoaşterii în anumite etape.

Cu toate că în ţările est-europene s-au produs modificări sociopolitice importante, cu toate că există în afara acestui spaţiu modele care au dat rezultate remarcabile, consider că factorul cel mai important de care trebuie să se ţină cont în reformarea cercetării ştiinţifice în statele est-europene este cel de al treilea. Într-adevăr, ultima jumătate de secol a adus cunoaşterea în stadiul în care propria evoluţie este factorul dominant în regândirea modalităţilor de organizare, finanţare, evaluare şi valorificare. Tranziţiile sociopolitice se constituie numai într-un bun prilej, iar modelele performante ale Occidentului, într-un experiment semnificativ pentru criza cunoaşterii. Prilejul reconstrucţiei trebuie folosit

[73] Acest text a fost prezentat la simpozionul internaţional cu tema "Academie şi/sau Universitate", din octombrie 1995, în care s-a dezbătut problema relaţiei dintre academii şi universitaţi ca medii de cercetare în Spaţiul central-est european, după 1989. A fost publicat în *Academica*, nr. 2 (62) din decambrie 1995

pentru aduceri la zi consistente prin care formele instituţionale, modalităţile de cunoaştere, mentalitatea cercetătorului să corespundă stadiului limită pe care-l atinge cunoaşterea la acest sfârşit de mileniu. Vom da un răspuns întrebării *Academie sau/şi Universitate?* pornind de la stadiul în care cunoaşterea a fost propulsată de către ştiinţa occidentală. Acest răspuns va putea fi util în primul rând în spaţiul est-european aflat în faţa unui nou început.

Sunt evidente mai multe caracteristici ale evoluţiei cunoaşterii; enumerăm cinci pe care le considerăm mai importante:

1. o nouă relaţie între cunoaştere şi acţiune
2. rolul sporit pe care-l are comunicarea
3. ingredientul pe care-l constituie informaţia ca structură simbolică acţionând prin semnificaţie
4. viziunea globală (holistică) în opoziţie cu cea disociativă
5. o nouă relaţie între formal şi neformal.

Implicaţiile acestor tendinţe se vor discuta în contextul oferit de evoluţia cunoaşterii în paralel cu istoria omului şi a lumii lui, dominată pe rând de *spiritualitate*, *culturi*, iar în final de *civilizaţie*. Stadiul în care cunoaşterea a ajuns se pare că închide un ciclu prin faptul că civilizaţia se va putea impune în virtutea unor valori spirituale profunde.

Vom încerca să arătăm că cercetarea ne va permite accesul la cunoaştere numai în cadrul unui proces în care educaţia are un rol important, net distinct faţă de cel pe care şi l-a asumat până în etapa actuală. *O nouă relaţie între instrucţie şi educaţie în cadrul învăţării* va permite cercetării accesul la cunoaştere în stadiul în care complexitatea pune probleme fundamentale modurilor tradiţionale de căutare a adevărului la care se reduce astăzi cunoaşterea.

Ipostazele cercetării

Cercetarea, ca una dintre căile cunoaşterii, a căpătat o importanţă atât de mare încât este deseori confundată cu procesul mai amplu al cunoaşterii. Atunci când căile cunoaşterii sunt reduse la cele ale cercetării, prima care are de pierdut este cercetarea. Cercetarea şi-a impus criterii proprii de acţiune prin care caracteristici esenţiale ale cunoaşterii au fost trecute într-un plan secund. Demersul aristotelic a dat un impuls esenţial cercetării ştiinţifice, dar a generat şi premisele crizei pe care cunoaşterea o parcurge astăzi în culturile occidentale supuse unui proces de integrare civilizator.

Condensarea expresiei în limbaje naturale, iar mai apoi în limbaje formale, permitea şi diseminarea eficientă, dar trunchiată, a experienţelor individuale insolite. Atât timp cât suportul tehnic al reprezentării şi manipulării cunoaşterii a lipsit sau a fost rudimentar, nu au fost posibile evoluţii notabile în "tehnologia cunoaşterii". Informatica accelerează exploziv şi evoluţia stilului în care procesul cunoaşterii se desfăşoară sub forma cercetării ştiinţifice. Relaţia dintre cunoaştere şi cercetare are acum şansa să-şi găsească o bună aşezare sub impactul informaticii. Punctăm, în continuare, momentele semnificative ale evoluţiei "tehnologiilor cunoaşterii", în partea occidentală a lumii, ca paşi către o nouă formă de cunoaştere.

Disjuncţia nemijlocit - mijlocit la Aristotel

Despre cunoaştere, ca proces guvernat de modalităţi coerente de manifestare comunitară, vorbesc consistent pentru prima dată vechii greci. *Organon*-ul aristotelic [Aristotel AS] impune primele distincţii fundamentale, încă valabile pentru demersul uzual de tip occidental. În *Analitica secundă* (II, 19) este explicit pusă în discuţie disjuncţia esenţială dintre cele două forme de cunoaştere: cunoaşterea nemijlocită şi cea mijlocită.

> *"S-a stabilit la început că nu putem cunoaşte nimic prin demonstraţie, dacă nu cunoaştem primele principii nemijlocite. În ce priveşte cunoaşterea principiilor nemijlocite, se poate discuta: dacă ea este sau nu este de acelaşi fel cu cunoaşterea prin demonstraţie, dacă amândouă cunoaşterile merită numele de ştiinţă sau dacă numai una este ştiinţă, iar cealaltă este un alt fel de cunoaştere, în sfârşit, dacă această facultate de a cunoaşte principiile s-a născut odată cu noi, dar fără ştiinţa noastră, sau dacă n-a existat înainte, ci a fost dobândită."*

Pentru vechii greci cunoaşterea are deci două forme net distincte:

- *theoria* - cunoaşterea nemijlocită, neformală, prin care dobândim principiile
- *episteme* - cunoaşterea mijlocită de demonstraţia, formală, care porneşte de la principii.

Antichitatea nu cunoştea distincţia dintre cele două emisfere ale creierului uman, dar a pus în evidenţă perfect comportmentele distincte induse de acestea.

Dacă această distincţie este reală şi constructivă pentru înţelegerea a ceea ce este cunoaşterea, nu la fel de productivă s-a dovedit considerarea ei într-o manieră diacronică, în sensul că orice cercetare debutează printr-un demers strict *theoretic* şi evoluează printr-unul exclusiv *epistemic*. Această netă secvenţare s-a dovedit deosebit de productivă pentru evoluţia unei cunoaşteri superficiale, realizată pentru perspectiva unor acţiuni imediate, să o numim: cercetare. Limitarea *theoreticului* numai la declanşarea demersului cunoaşterii lasă pe seama *epistemicului* sarcini ce se vor dovedi imposibil de rezolvat. Cultivarea *epistemicului* a impus forme prin care extinderea cunoaşterii s-a făcut în dauna aprofundării ei. Problemele profunde s-au proiectat deformate pe suprafeţe care s-au dovedit prea mari pentru a fi acoperite *epistemic*.

Arbitrarul în segregarea axiomelor de teoreme

Într-o teorie ştiinţifică adevărul este dat, în egală măsură, de axiome, nemijlocit stabilite, şi de teoreme deduse mijlocit din axiome. Dezvoltarea construcţiilor teoretice a pus în evidenţă posibilitatea de a construi ansambluri identice de propoziţii adevărate, pornind de la diferite seturi de axiome. Ceea ce într-o elaborare este o teoremă poate deveni în alta o axiomă şi invers. Este demistificată, astfel, poziţia privilegiată a principiilor în corpul unei teorii. Această flexibilitate în expunerea unei teorii ştiinţifice va putea fi folosită pentru a creşte flexibilitatea instrumentelor formale care sprijină demersul cunoaşterii.

Principiile şi ceea ce rezultă din ele nu fac parte din două lumi disjuncte. Se atenuează astfel prea neta distincţie aristotelică între formele cunoaşterii. Ele rămân distincte, dar se pot manifesta identic.

Alegerea principiilor cunoaşterii

Dacă mai multe propoziţii adevărate în cadrul unei teorii pot aspira la demnitatea de axiomă, atunci care ar fi criteriul după care se aleg axiomele ce fundamentează o ştiinţă? Se pot imagina două situaţii limită:

- minimizarea principiilor, având drept consecinţă creşterea efortului de dezvoltare a teoriei
- minimizarea efortului de dezvoltare a sistemului formal, pornind de la un set mai amplu de principii.

Cum putem justifica setul de principii de la care pornim construcţia unei teorii? Două poziţii extreme există şi în acest caz:

- evidenţa principiilor, datorită simplităţii lor, opţiune tipică pentru primele sisteme dezvoltate axiomatic încă din antichitate
- utilitatea principiilor, probată prin consistenţa implicaţiilor cu realitatea studiată, de care ţine cont mai ales ştiinţa contemporană care dezvoltă teorii pornind de la principii foarte puţin evidente, dar deosebit de fructuoase prin consecinţe; exemplul cel mai bun este fizica modernă.

Alegerea principiilor a ţinut întotdeauna cont de faptul că o teorie ştiinţifică trebuie să corespundă unei "dimensiuni" umane. Complexitatea formelor percepute şi manipulate eficient este limitată la o valoare ce ţine de natura omului. Corelat cu interesul pe care-l are pentru om accesul la o anumită realitate prin intermediul unei ştiinţe dezvoltate formal se ajunge întotdeauna la o relaţie optimă între principii şi teoreme. Eficienţa procesului de cunoaştere reglează acest proces, prin care o teorie se dezvoltă astfel încât să ofere un instrument cât mai "prietenos" utilizatorului uman. Probleme suplimentare, dar şi libertăţi în plus, apar atunci când utilizatorul nu este exclusiv cel uman sau când utilizatorul este numai un sistem artificial, informatic.

Stăpânirea complexităţii prin mulţimea regulilor

Necesitatea de a oferi modele teoretice pentru realităţi din ce în ce mai complexe, a împins într-un plan secund problemele utilizatorului uman. Performanţa formală limitată a omului nu a mai fost luată suficient în consideraţie. Se ajunge, astfel, la construcţia automată a unor teorii care vor fi utilizate, tot într-o manieră automată, numai de către un sistem de calcul. Se atenuează suplimentar distincţia dintre axiomele şi teoremele unei teorii. Realitatea este descrisă prin seturi ample de *reguli*, extrase dintr-o porţiune finită a acesteia, considerată semnificativă.

Un bun exemplu poate fi setul de reguli care descriu un limbaj natural pornind de la o selecţie finită suficient de amplă de texte semnificative: *corpus*-ul acelei limbi, stabilit de un for competent. Acest demers conduce la o descriere prin intermediul a zeci de mii de reguli, ce nu pot fi utilizate decât de o maşină comparabilă cu cea care le-a evidenţiat. Ce sunt aceste reguli? Axiome sau teoreme? Credem că distincţia nu mai este productivă. Cum poate fi interpretat corpus-ul de la care s-a pornit? Am putea să-l considerăm ca având pregnanţa unui principiu. Dar atunci, teoria (ansamblul regulilor) este mai simplă decât principiul! De ce nu!

În modul cel mai evident ne aflăm în faţa unei mutaţii esenţiale, ce are mari şanse de a se fixa. Aspiraţia aristotelică spre simplitatea şi evidenţa principiilor, reiterată "la intrarea pe ultima linie dreaptă" de către Descartes, este subminată de o evoluţie spectaculoasă ce a fost posibilă tocmai datorită viabilităţii iniţiale a acestor aspiraţii. Distincţia dinte *theoria* şi *episteme* urmărea să ofere un model la scară umană pentru o realitate mult extinsă. În acest context, omul a ajuns la concluzia că:

- teoriile ştiinţifice tradiţionale nu pot să descrie decât realităţi prea simple (pe cât de simplă este teoria, pe atât de restrâns este domeniul pe care-l poate descrie, conform teoriei algoritmice a informaţiei promovată de G. Chaitin)
- teoriile ştiinţifice ar putea să descrie realităţi mai complexe, numai cu preţul unei complexităţi ce nu mai poate fi controlată decât cu ajutorul sistemelor informatice.

Vom începe să construim numai teorii pentru uzul calculatoarelor? Poate că da. În măsura în care nu o vom face, vom căuta şi alte modalităţi de a practica uman cunoaşterea.

Sincronizarea cunoaşterii nemijlocite cu cea mijlocită

Ce am învăţat lovindu-ne de limitele impuse de complexitatea teoriilor?

- Am înţeles că prin cunoaşterea nemijlocită, ca parte a cunoaşterii comunitare curent denumită ştiinţă, nu aflăm lucruri net distincte de cele pe care ni le oferă cunoaşterea mijlocită.
- O bună alegere a principiilor poate creşte utilitatea unei teorii ştiinţifice.
- În cazul complexităţilor mari, distincţia dintre adevărurile principiale şi cele deduse din principii nu mai este productivă.

Complexitatea la care a aspirat demersul ştiinţific a evoluat mult mai rapid decât tehnologia de elaborare a teoriilor ştiinţifice. Pasul pe care sper că suntem pregătiţi să-l facem va conjuga sincron cunoaşterea nemijlocită cu cea mijlocită, astfel încât:

- *theoreticul* şi *epistemicul* să interacţioneze pe toată "durata" elaborării unei teorii
- *theoreticul* să poată fi implicat şi în aplicarea ştiinţei, odată elaborate, astfel încât prin "sugestii", care pot fi simplu verificate *epistemic*, să se poată reduce semnificativ complexitatea rezolvării unor probleme ce-şi află, altfel, soluţia în spaţii exponenţial extinse.

Ultimele două milenii de dezvoltare a ştiinţei au stimulat excesiv capacităţile *epistemice* ale individului printr-un proces de învăţământ ce a neglijat prea mult aspectele educaţionale în favoarea celor instructive. Omul este instruit să acţioneze şi este mai puţin educat pentru libertatea de alegere, pe care numai spontaneitatea bine antrenată o poate garanta. Atenţia dată emisferei stângi a creierului, în emisfera stângă a lumii, printr-o politică de stânga, ne-a condus către situaţia în care aspirăm spre stăpânirea complexităţii prin procedee *epistemice*, formale, inadecvate acestui scop. Reorientarea către dreapta, către *theoretic*, neformal, nu este o soluţie. Refacerea unei unităţi pierdute ar fi o cale consistentă.

Informatica, prin imensa ei disponibilitate *epistemică*, ne poate oferi libertatea de a ne stimula, printr-o bună educare, imensele rezerve *theoretice*, astfel încât cunoaşterea prin cercetare să se poată desfăşura stimulată continuu de emisfera dreaptă şi temperată constructiv de o emisferă stângă bine instruită şi sprijinită de suportul "tehnologic" exterior minţii. Capacitatea de generare creativă a omului va putea să interacţioneze în "timp real" cu capacitatea sa de analiză, bine susţinută de structurile informatice exterioare. Sincronismul *theoretico-epistemic* dintre emisfera dreaptă şi cea stângă va permite astfel stăpânirea complexităţii.

O reconciliere dintre "stânga" şi "dreapta" la nivelul omului va putea avea consecinţe asupra unei reconcilieri corespunzătoare la nivelul lumilor iar mai apoi la nivelul lumii, într-o justificată aspiraţie către globalitatea vieţuirii şi plenitudinea cunoaşterii.

Ipostaze ale cunoaşterii

Ipostazele cercetării ne arată că discuţia trebuie extinsă de la nivelul cercetării la nivelul cunoaşterii. Avantajele disjuncţiei aristotelice, exploatate numai ca instrumente eficiente ale cercetării, s-au dovedit limitative pentru cunoaştere.

La origine, cunoaşterea a fost un instinct prin care omul conştientiza fiinţarea sa în existenţă. Apoi, a permis vieţuirea oamenilor într-o lume imprevizibilă. Iar mai nou, prin cunoaştere acţiunea devenea posibilă şi într-o lume complexă. Pe această cale, cercetarea s-a substituit treptat cunoaşterii, astfel încât astăzi cercetarea oferă reprezentări compactate unor realităţi extinse, dar sărace în semnificaţii.

Conştientizarea fiinţării în existenţă - spiritualitatea

Prima formă de cunoaştere s-a instituit ca o interacţie nemijlocită între om şi existenţa percepută ca totalitate nediferenţiată. Opoziţia dintre fiinţa care percepea totul şi acest tot a fundamentat comuniunea fiinţelor umane bazată pe ceea ce astăzi numim spiritualitate. Conştientizarea fiinţării în existenţă, ca primă manifestare a cunoaşterii, a declanşat istoria omului şi a lumii lui. Însă, în efortul de a construi o lume omul a trebuit să depăşească rapid comuniunile spirituale. Diversitatea mediilor şi a unor condiţii iniţiale l-au obligat să se disperseze în culturi. Peste fondul comun de spiritualitate au apărut construcţii culturale, cu ample dezvoltări istorice. Evolutia istorică a culturilor a fost caracterizată printr-un proces de ascundere a fondului comun de spiritualitate. Această ascundere a permis şi o conservare care a păstrat nealterate valori esenţiale pe care uzul curent, în vâltoarea lumilor, le-ar fi alterat. Istoria culturală a permis lumii să atingă nivelul la care este posibilă o optimă valorificare a spiritualităţii. Practic, istoria de până acum a omenirii poate fi gândită ca o rodnică rătăcire pe căi ce converg către momentul în care ceea ce este fundamental uman - spiritualitatea - să poată fi direct fructificat, fără pericolul risipirii în derizoriu.

Cercetare şi invenţie - risipirea în culturi

Cum au reuşi culturile performanţa de a salva prin ascundere valori esenţiale, dar inutilizabile datorită precarităţii lumii în care omul vieţuia? Impunând valorile secunde ale cercetării, acţiunii şi invenţiei tehnologice.

Dispersarea în culturi presupune delimitare şi pragmatism. Percepţia globală a existenţei se poate transforma într-un instrument util numai dacă este limitată. Existenţa

este decupată în domenii care sunt cercetate cu mijloace eficiente. Disjuncţia aristotelică se impune:

- reţinând din percepţia globală un număr limitat de adevăruri, care sunt suficiente pentru un spaţiu delimitat al realităţii
- inventând o serie de reguli care să permită reconstrucţia spaţiului delimitat cu o acurateţe suficient de mare.

Diverse porţiuni ale realităţii vor fi astfel încapsulate în reprezentări simple, formate dintr-un număr redus de adevăruri şi de reguli de folosire a acestora. Realitatea va fi investigată numai din perspectiva conceperii acestor sisteme simbolice curent denumite teorii ştiinţifice. Cunoaşterea se va reduce la cercetarea privită ca trunchiere şi invenţie.

În acest context cunoaşterea este înlocuită cu căutarea adevărului, ca o corespondenţă între o teorie ştiinţifică şi un domeniu delimitat al existenţei.

Multă vreme acest model a dat rezultate foarte bune. Atât timp cât complexitatea problemelor abordate a fost rezonabilă, nu s-a pus problema corelaţiei între complexitatea unei teorii şi complexitatea domeniului problematic ce poate fi abordat. Atacarea unor probleme mai dificile a declanşat cercetări referitoare la corelaţia care ar putea fi găsită între complexitatea problemei de rezolvat, complexitatea teoriei şi timpul afectat rezolvării. Nu mică a fost mirarea cercetătorilor (nu şi a cunoscătorilor) când au constatat că o problemă complexă cere o teorie la fel de complexă sau un timp de soluţionare foarte mare.

Culturile au substituit cercetarea cunoaşterii, cu efecte deosebit de favorabile în soluţionarea unor probleme riguros şi drastic conturate. Delimitările iniţiale au determinat însă atingerea unor limite fundamentale în cercetare. Nu cunoaşterea este limitată, ci aproximarea ei prea grosieră prin cercetare.

Cunoaştere prin creaţie - regăsirea prin civilizaţia bazată pe spiritualitate

Se poate emancipa cunoaşterea de sub tutela cercetării, pe care a acceptat-o din neputinţa iniţială de a fructifica o atitudine pur spirituală? Da. Dar nu prin revenirea la o atitudine preponderent spirituală. Experienţe culturale milenare pot fi fructificate acum când s-au epuizat în spaţiul restrâns în care au apărut. Rezerva de diversitate pe care lumile au acumulat-o, dispersându-se în culturi, constituie o bază pe care se poate risca o formă de cunoaştere în care creaţia şi cercetarea să colaboreze cu mari şanse de reuşită.

Anihilarea disjuncţiei aristotelice, prin sincronizarea dintre *theor*$^{\prime\prime}$*ia* şi *episteme* este posibilă în contextul ferm oferit de:

- diversitatea pe care putem conta ca sursă pentru creativitate
- instrumentele informatice de care dispunem pentru validarea "delirului" creativ.

Disjuncţia dintre cele două emisfere cerebrale a fost stimulată de imposibilitatea de a ocoli modelul aristotelic de cunoaştere. Efortul analitic (al emisferei stângi) se dovedea prea mare iar capacităţile sintetice (ale emisferei drepte) păreau necontrolabile. Cum putea fi, în aceste condiţii, stimulată o intercorelare strânsă între cele două emisfere? Şansa oferită acum de maşinile de calcul se manifestă pe două planuri:

- prin funcţiile lor de *prelucrare*, calculatoarele degrevează emisfera stângă de un travaliu analitic inutil de mare

- prin funcţiile lor de *comunicare* şi interconectare transculturală, calculatoarele pot stimula coerent funcţionarea emisferei drepte.

În aceste condiţii, cunoaşterea poate deveni un continuu proces de creaţie, *stimulat* şi *temperat* de cele două funcţiuni esenţiale ale sistemelor informatice: *comunicarea* şi *calculul*.

Renunţarea la disjuncţia aristotelică permite cunoaşterii să se manifeste ca un proces creativ (*theoretic*) continuu temperat şi validat prin sistemele informatice de care dispunem. O soluţie "găsită" printr-un efort imaginativ creator, bine stimulat printr-o educaţie adecvată, va putea fi acceptată în urma unei verificări sistematice eficient realizate de un sistem de calcul.

Problema esenţială este: prin ce mijloace vom putea trece, de la căutarea sistematică a soluţiilor în spaţii uneori exponenţial extinse, la o găsire nemijlocită, intuitivă, a unor soluţii uşor de validat sistematic? *Diferenţa dintre căutarea sistematică şi validarea sistematică este cea dintre numărul n şi logaritmul lui.* O diferenţă deloc neglijabiă. Ce tebuie făcut pentru a o valorifica? *Transformând cercetătorii în cunoscători pentru care găsirea este un exerciţiu curent.* Educaţia capătă un rol pe care nu l-a mai avut niciodată în istoria cunoaşterii.

Cunoaştere - educaţie - cercetare

Învăţarea este un proces în care fiecare etapă este caracterizată prin raportul în care se află instrucţia cu educaţia. Tranziţia către o etapă istorică în care cunoaşterea este procesul dominant, implică modificări esenţiale în planul învăţării.

În etapa actuală ponderea educaţiei raportată la instrucţie scade continuu pe parcursul învăţării, începând de la grădiniţă şi până la nivelul postdoctoral. Pregătirea prin doctorat este gândită ca o fază superioară de instrucţie, precis orientată către formarea pentru cercetare sau învăţământul superior. Aceasta este calea pe care am urmat-o pentru formarea cercetătorilor. Care ar fi cea de urmat pentru formarea cunoscătorilor?

Propunem, pentru etapa ce urmează, un model în care ponderea educaţiei în raport cu instrucţia să fie caracterizat de un minim plasat aproximativ între vârsta de 17 ani şi cea de 22 de ani. Importanţa educaţiei în primii ani ai învăţării nu mai trebuie discutată. Specific pentru această propunere este importanţa pe care o dobândeşte educaţia spre sfârşitul facultăţii, în perioada de pregătire doctorală şi după aceea.

Educaţia este responsabilă pentru învăţarea neformală pe când instrucţia este destinată transmiterii învăţăturilor formale. Cunoaşterea *theoretică* este una neformală pe când cea *epistemică* este una formală. Stimularea capacităţilor theoretice de cunoaştere nemijlocită nu se poate face decât printr-un proces cu un puternic caracter educativ. În consecinţă, *abilitarea pentru cunoaştere presupune în primul rând un proces educativ.*

Mai mult, chiar practicarea cunoaşterii, ce depăşeşte simpla cercetare, implică un continuu proces de stimulare, prin educaţie, a capacităţilor de generare nemijlocită (*theoretică*). Cercetătorul care vrea să cunoască trebuie să fie un foarte abil generator de posibile soluţii. În toate timpurile un bun "ghicitor" de soluţii era foarte util în cercetare, dar vin timpuri când fără o astfel de deprindere, bine educată şi superior exersată, nu se

va mai putea practica cunoaşterea la complexitatea impusă de realităţile ce se doresc a fi cunoscute.

Un cercetător cunoscător se educă continuu, faţă de un cercetător tradiţional pe care am fost obişnuiţi să-l vedem numai instruindu-se continuu. Avem privilegiul de a fi din ce în ce mai mult implicaţi într-un mediu informatic în care funcţia de comunicare este realizată deosebit de performant, schimbând fundamental relaţia în care se află procesul de instrucţie cu cel de educaţie. Accesul la informaţie permite, poate chiar cere, un accent în plus pe educaţie şi o slăbire a rigorilor instrucţiei. Într-un plan mai profund se poate vorbi de o prevalenţă a educaţiei faţă de instrucţie, pentru a da posibilitatea dezvoltării facultăţilor emisferei drepte, care va putea astfel genera stimulată superior printr-un mediu comunicaţional cu restricţii minime. Deschiderea se va manifesta acum faţă de ceea ce poate veni pe canalele comunicaţionale, nu pentru a fi acumulat prin instrucţie, ci pentru a fi folosit ca stimulent pentru creativitate. Accesul comod la informaţie prin reţele comunicaţionale performante ne poate scuti de efortul acumulării dar ne obligă, în acelaşi timp, la creativitate.

Unui om educat informaţia îi poate servi. Un om instruit este aservit informaţiei. Cunoaşterea poate deveni un joc în care pe rând:

- **educarea** capacităţilor de percepţie globală nemijlocită
- folosirea canalelor de **comunicare** realizate pe reţele informaţionale
- **generarea** "norocoasă" a unor soluţii prin cunoaştere nemijlocită
- **verificarea** soluţiei prin metode computaţionale cu complexitate rezonabilă

se înlănţuie într-un carusel în care neformalul alternează cu formalul, procese la nivelul omului cu procese la nivelul sistemului informatic.

Complexitatea realităţii astfel cunoscute poate fi mult mai mare decât complexitatea proceselor formale, de comunicare şi verificare, presupuse. Acest lucru devine posibil datorită proceselor neformale, de educare şi generare, puse permanent în joc. Ele nu se supun evaluărilor cantitative, dar nici nu presupun resurse cantitativ restricţionate.

Ceea ce se supune cantităţii poate deveni astfel mult mai puţin complex decât complexitatea realităţii cunoscute. Problema limitelor cantitative va fi astfel eludată.

Rezerve profunde de spiritualitate vor putea fi astfel tot timpul prezente în procesul de cunoaştere. Într-un proces de cunoaştere dominat de disocierea aristotelică aceste rezerve erau activate numai temporar, în etape iniţiale. Din acest motiv ele nu puteau influenţa esenţial complexitatea procesului.

În consecinţă, cercetarea, pentru a ne permite accesul la cunoaştere, va trebui să-şi găsească un aliat în educaţie. Acum suntem pregătiţi să răspundem întrebării: *Academie sau/şi Universitate?*

Academia ca Universitate

Tranziţia de la cercetare către cunoaştere va fi permisă şi de o bună aşezare a relaţiei dintre om, sistemul informatic şi lume. Prin efectul reţelelor informatice lumea omului tinde către o civilizaţie globală. Printr-o naturală implicare a omului civilizaţia va dobândi un suport profund: spiritualitatea. Informatica oferă civilizaţiei cadrul formal, iar spiritualitatea oferă fundamentul neformal, esenţial.

Care ar trebui să fie cadrul instituţional în care cunoaşterea să poată fi practicată conform modelului

educaţie - comunicare - generare - validare?

Este în mod evident o instituţie în care învăţarea, cu o puternică tentă educaţională, şi cunoaşterea să fie preocupările esenţiale. O astfel de instituţie nu există. În universităţi învăţarea are un puternic caracter instructiv. În institutele Academiei cercetarea tradiţională (dominată de disjuncţia aristotelică) are o pondere prea mare în raport cu cunoaşterea.

Deci, **nici Academia, nici Universitatea!** Poate fi o soluţie **Academia ca Universitate**? Da, cu condiţia ca în fiecare să se producă transformări importante? Aceste modificări ar trebui să pornească de la următoarele premise:

- nu se mai poate reduce activitatea de cunoaştere numai la cea de cercetare
- nu se poate despărţi activitatea de cunoaştere de cea de învăţământ
- nu se pot concepe formele superioare de învăţământ fără o componentă educaţională dominantă.

În consecinţă, modificări importante se impun atât în Academie cât şi în Universitate. Aparent se pune problema convergenţei instituţiilor una către cealaltă. În realitate ambele trebuie să conveargă către un nou tip de instituţie unde cunoaşterea să poată fi exersată ca un proces de continuă educaţie, care să permită gânduri şi gesturi insolite, permanent stimulate şi temperate prin instrumente informatice.

Octombrie 1995

Imaginarul: prăpastie sau punte între ştiinţă şi filosofie?

" Vă las libertatea să alegeţi acea minciună care vi se pare cea mai vrednica de a fi adevărul."

Imre Toth

"The scientist has somewhat the same relation to the philosopher as the grammarian to the poet."

Allan Watts

Adevărul nu există, el trebuie *obţinut* sau trebuie *ales* într-un proces care implică o cale şi mai multe criterii. De cele mai multe ori este "elaborat" iar mai apoi impus. El apare în existenţă odată cu fiinţa umană şi ţine numai de ea. Omul aduce cu el adevărul în lume şi va pleca luându-l cu el.

De adevăr avem nevoie numai pentru a ne sincroniza cu noi înşine, dar mai ales cu ceilalţi. Deci, orice *formă de adevăr* este bună dacă se dovedeşte utilă. **Criteriul adevărului este utilitatea**. Adevărul nu tebuie căutat în realitate, el trebuie impus în relaţiile dintre oameni. Un adevăr nu poate fi decât o minciună, pentru că apare într-o lume care *nu este*, fiind a nici unuia dintre noi: spaţiul în care el se manifestă este intersecţia universurilor individuale. Dar această intersecţie este virtuală, ea *nu este* pur şi simplu. Am putea spune, la limită, că *adevărul este intersecţia virtuală a universurilor individuale.*

Cine ne oferă accesul la adevăruri? **Intelectul, imaginaţia** sau **intuiţia**? Sau o unitate a lor pentru care nu avem un concept cristalizat?

Spiritual - Cultural - Raţional

Certându-se cu filosofia, G. Liiceanu remarca totuşi [Liiceanu '92, p. 111], delimitând-o onorabil, că:

> *"Întreaga istorie a gândirii europene a stat sub intrebarea "cum e cu putinţă?"."*

Într-adevăr, distanţa dintre *"cum e?"* şi *"cum e cu putinţă?"* este distanţa dintre ştiinţa şi filosofia europeană. Ce se află în spaţiul dintre *"cum e?"* şi *"cum e cu putinţă?"*? Nu numai natura dar chiar existenţa în totalitatea ei se pare ca are oroare de salturi "catastrofice". Adoptând un limbaj vag studenţesc, credem că existenţa este peste tot

"derivabilă". Există punţi între slujirea lui *"cum e?"* şi supunerea la *"cum e cu putinţă?"*? Din aceeaşi lucrare (p. 196) transcriu:

> *"Poate că şansa filosofiei, ultima ei şansă, este tocmai o* diversiune afectivă*, deci încercarea de a se adresa spiritului nu direct, ci prin intermediul sufletului."*

Raţionalitatea ştiinţei şi *spiritualitatea* filosofiei sunt din ce în ce mai mult puse în discuţie din perspectiva unui al treilea pol: *culturalitatea*. Bipolaritatea raţional-spiritual nu este completată cu un termen mediu, ci este transformată într-o tripolaritate în care culturalitatea, prin *imaginar*, nu se află intre raţiune şi spirit ci formează un al treilea pilon, într-o construcţie incomparabil mai *stabilă*. Culturalitatea atitudinii celui ce aspiră la cunoaştere prin adevăr tinde să integreze demersurile ambelor căi, cea raţională şi cea spirituală, într-o formă nouă de cunoaştere.

Imaginarul poate lega raţiunea de spirit astfel încât omul să se poată manifesta nestingherit de cerbicia unor delimitari atrofiante. Limitele raţionalismului îşi găsesc manifestări "simetrice" în lumea celor spirituale. Raţiunea prin formalism iar spiritul prin misticism ating în egală măsură limite prin tendinţa, deopotrivă dogmatică, de a se îndepărta. Culturile însă, prin frenezia imaginarului, se pot institui într-un *atractor* cu şansa de a opri acest proces divergent. Dar acest lucru se pare că nu este posibil decât numai după ce disocierea raţional-spiritual este consumată prin toate consecinţele ei aberante.

La suprafaţa lucrurilor se manifestă o criza a raţionalismului, în adâncimea lor o criza a spiritualismului. Cei ce au văzut-o numai pe prima cred că secolul următor va fi unul al spiritualităţii. Se înşeală! Mileniul următor, poate chiar următoarele două milenii, vor conduce fiinţa umană dincolo de alternativa raţiune-spirit, în spaţiul conturat mult mai firesc de triada **spiritual - imaginar - raţional**.

Din această dorită perspectivă cred că trebuie să discutăm relaţia dintre ştiinţă şi filosofie.

Unitate - Structuralitate - Sistemicitate

Obsesia progresului a fost motorul existenţei Occidentului în ultimele două milenii. Este normală deci intrebarea pe care un straniu gânditor o pune [Fulcanelli '92, vol.2, p. 329] în acest secol la sfârşitul deceniului trei:

> *"A tous les philosophes, aux gens instruits quels qu'il soient, aux savants specialise comme aux simple obsevateures, nous nous permettons de posser cette question: "Avez-vous reflechi aux qonsecuences fatales qui resulteron d'un progres illimite?" "*

O lume marcată de liniaritatea timpului şi de o cauzalitate nerestricţionată cade foarte uşor sub incidenţa progresului ilimitat, iar tehnica ce asigură cele mai bune condiţii progresului rapid şi sigur este *delimitarea*, ca mecanism fundamental al *structurării* lumii şi a problemelor ei. Unitatea lumii este obturată de structurarea ei. Găsind sau impunând structuri, cercetarea naturii şi a omului a fragmentat realul pentru a-l supune mai eficient unei înţelegeri trunchiate. Spectacolul delimitărilor posibile a oferit alternative de o diversitate pe care numai o imaginaţie nestrunită o putea realiza. Unitatea cunoaşterii a

fost eficient subminată prin diversitatea modalităţilor *deconstructive* într-un demers preponderent cultural bazat pe imaginarul necenzurat. Efectele nu s-au lăsat aşteptate. La jumătate de mileniu după Marea Schismă, ce a eliberat de sub tirania unei atitudini predominant spirituale gândul ce dorea să înţeleagă spectacolul lumii, Occidentul trăia intens risipirea nesistematizată în preocupări şi atitudini de o imensă diversitate. Nu putem să ne reprimăm gândul că Occidentul catolic nu se mulţumea cu spectacolul lumii ci încerca să vadă sau sa structureze lumea ca spectacol. Spectacolul era căutat dar şi indus în lume prin libertatea nemărturisită pe care gânditorul Evului Mediu târziu şi al Renaşterii şi-a asumat-o depăşind misterul prin magie.

Această risipire în diversitate submina unitatea profundă a existenţei în care omul aspira către o fiinţare consistentă. Tendinţa, poate naturală, către unitate a impus pasul următor care s-a dorit a fi unul înainte, pe calea "progresului".

Şi astfel, deconstrucţia culturală, *structurantă*, a fost înlocuită cu o reasamblare *sistemică*. Unitatea iniţială pierdută a fost înlocuită cu un surogat eficient: *sistemicitatea*. Lumea a devenit treptat un sistem în reprezentarea celor care încercau să o cunoască. Instrumentele care reasamblau sistematic realitatea emanau din comportamentul raţional, edificând formalismele ştiinţei moderne şi contemporane. Iluzia ca unitatea se reface prin sistemicitate este la originea limitelor fundamentale din ştiinţa contemporană.

Unitatea - structura - sistemul formează o triadă paralelă corelată celei anterior evidenţiate: *spirit - cultură - raţiune*.

Ştiinţa priveşte lumea raţional, chiar formal, ca pe un sistem, pe când filosofia incearcă să dea seamă spiritual de unitatea existenţei. Această absurdă polarizare blochează în egală măsură ştiinţa şi filosofia. Ştiinţa tinde să se limiteze în construcţii şi mecanisme formale de prea mare *complexitate*, iar filosofia se percepe mult suspendată deasupra lumii, într-un demers pe care G. Liiceanu îl caracteriza [Liiceanu '92, p.195] dupa cum urmează:

> *"Filosofia seamănă din ce în ce mai mult cu un club ai cărui membri se înţeleg prin apropieri oculte, punând la cale soarta omenirii, fără ca omenirea să se sinchisească de* această *soartă a ei."*

Faptul ca lumea creştină a impus, *pe rând*, prin ortodoxie, catolicism şi protestantism, mijloace la început preponderent spirituale, apoi dispersiv culturale iar in ultimă instanţă raţional restrictive, a făcut astfel încât cele trei componente indispensabile pentru relaţia individului cu sine, cu oamenii şi cu existenta - spiritualitatea, culturalitatea şi raţionalitatea - să se manifeste diacronic, de fiecare dată sărăcitor pentru *unitatea* omului. Reflectarea existenţei la nivelul fiinţei a suferit împliniri la fel de parţiale prin perceperea unei *unităţi nestructurate* (în primul mileniu creştin), apoi a unei *structurări nesistematice* (în prima jumătate a acestui mileniu), iar acum a unei *sistemicităţi neunitare* (în ultima jumătate de mileniu).

Nu vom putea oare restabili un echilibru prin manifestarea sincronă la nivel individual a celor trei componente amintite, într-o unitate care să deblocheze ipostaze aberante ale omului contemporan? Una din aceste ipostaze este cea a omului de ştiinţă, alta ar fi cea a filosofului, de ce nu şi cea a artistului.

Ipostazele imaginarului

Imaginarul s-a manifestat ca o prăpastie între filosofie şi ştiinţă, iar acum aşteptăm de la el rolul de punte. Să explicităm aceste două ipostaze!

Contactul direct şi global cu o existenţa unică şi unitară se consuma, în primul mileniu creştin, static, printr-o percepţie *spirituală*.

Ieşirea din această încremenire în spiritualitate (responsabilă pentru anihilarea raţionalismului grec şi a civilizaţiei romane) a fost facilitată prin deconstrucţia realizată de *imaginar* în următoarea jumătate de mileniu. Consecinţa acestei deconstrucţii a fost generarea unui imens spaţiu în care diversitatea comportamentelor omului în faţa existenţei se va manifesta stimulată şi protejată de ascunderea pe care o poate oferi înregimentarea în spatele unor idei secunde. Aceste idei secunde apar în efortul de a "democratiza" accesul la sacru.

Acest proces deconstructiv a facilitat conturarea unor falii ce au degenerat în prăpastia ce a permis evoluţia independentă a ştiinţei şi filosofiei. Într-adevăr, începând cu secolul 16, pentru restul mileniului, ştiinţa îşi găseşte o traiectorie net independentă de gândirea filosofică. Ambele se vor delimita, "nerecunoscătoare", de imaginar, dar se vor păstra de o parte şi de alta a prăpastiei. Ştiinţa va duce *raţionalismul* către un formalism eficient pentru o cunoaştere comunitară, iar filosofia îl va folosi pentru a justifica în faţa comunităţii trăiri individuale. Această evoluţie independentă a ştiinţelor şi a filosofiei a fost continuu supusă unor tentative de subminare. Ele sunt din ce în ce mai coerent susţinute în zilele noastre. Pe rând, ştiinţele cu dezvoltare explozivă în secolul 20: fizica, biologia, informatica au pus şi pun probleme prin care se încearcă aruncarea unor punţi peste prăpastia amintită. Ultimele tendinţe se contureaza în spaţiul informaţiei. Acomodarea la nivelul procesului cognitiv a *structuralului* cu *fenomenologicul*, într-o viziune ce porneşte de la întelegerea implicaţiilor pe care informaţia le are la nivelul existenţei [Drăgănescu '79], este unul din cele mai spectaculoase demersuri care, la sfârşit de mileniu, prin *structural-fenomenologic*, aruncă o punte peste o prăpastie săpată cu prea multă îndărătnicie.

Imaginarul este chemat astăzi să-şi spună iarăşi cuvântul. De data aceasta, însă într-un proces de *reconstrucţie*. Rolul său nu este acela al unui simplu termen mediu, aşezat în intervalul dintre spirit şi raţiune (fenomenologic şi structural, theoretic şi epistemic, ...). El devine un atractor prin care se va încerca apropierea dintre spirit şi raţiune, consolidate, până la împietrire, prin evoluţii independente ce nu mai pot continua. Construcţia formală trebuie să devină un joc al formelor. Atitudinea spirituală trebuie să-şi apropie manifestări culturale. Raţiunea şi spiritul pot comunica prin spaţiul în care *jocul* este regula. Jocul imaginarului poate reconstrui punţi care nu au existat, pentru că raţiunea şi spiritul credem că nu au fost dintotdeauna segregate. Greşeala de a despica prăpăstii se plăteşte, peste secole sau milenii, cu deprinderea de a construi punţi.

O relaţie diacronică dintre spirit, imaginar şi raţiune se va substitui cu una sincronică în care imaginarul se va converti din prăpastie în punte. Relaţia diacronică a fost *deconstructivă* evidenţiind structuri iar mai târziu compunând sisteme. Pe cea sincronică o dorim *reconstructivă*. În relaţia diacronică imaginarul a fost o ipostază intermediară, pe când în situaţia unei sincronicităţi, sperăm că imaginarul va media o unitate pierdută.

Uşurinţa mozartiană şi efortul goethean, ca prevestiri deja adeverite, ne dau speranţa că imaginarul ne poate menţine în acel spaţiu al formelor **bune**, în care înţelesurile depăşesc umil semnificaţia formelor pure şi nu se sfiesc să se aşeze sub nivelul sensurilor transcedentale. Numai că o reconstrucţie nu poate anula perfect o deconstrucţie. Lumea omului este marcată de o funcţie neiertătoare: **memoria**. Iar graţia imaginarului - ca rezultat magic al suspendării în spaţiul dintre rigiditatea formelor şi libertatea anihilantă a revelaţiei - oricât de spectaculos s-ar manifesta nu poate anula îndărătnicia memoriei.

Simbol - Haos - Semn

Where chaos begins, classical science stops.
James Gleick

Formele cunoaşterii sunt o consecinţă a lipsei de unitate a cunoaşterii. Cunoaşterea este fragmentată prin decupaje ce i-au permis manifestarea. Această fragmentare a subminat unitatea omului sau a fost posibilă pentru că omul este predispus la comportamente disjuncte? Omul **a devenit**:

homo sapiens & homo ludens & homo habilis

sau **a fost** dintotdeauna o fiinţă tripartită în care s-au întâlnit *atitudinea spirituală* cu *jocul imaginarului* şi cu *construcţia raţională*? Credem ca nu se mai pot găsi acestor întrebări răspunsuri unanim acceptate. Opinăm că *segregarea* spiritualului de imaginar şi raţional a fost o condiţie esenţială pentru devenirea omului, pentru evoluţia lui rapidă către punctul în care această segregare să poată fi pusă în discuţie.

Prin ce este caracterizat momentul punerii în discuţie? Prin *libertatea* pe care omul o dobândeşte exteriorizând, în domeniul tehnic al calculatoarelor, funcţiuni care-l constrângeau la un comportament fragmentat. Nu *performanţa* calculatoarelor este cea care contează în această discuţie, ci libertatea pe care omul o dobândeşte, prin *competenţa* calculatoarelor, pentru a se putea concentra asupra unităţii sale.

Dacă evoluţia multimilenară a cunoaşterii s-a desfăşurăt sub incidenţa paradigmatică a disjuncţiei raţiune-spirit, demersul contemporan, sprijinit informatic, se poate regândi **unitar** prin echilibrul pe care-l poate oferi *imaginarul* unui proces de sincronizare a demersului *raţional* cu cel *spiritual*.

Cunoaştere şi alternativa *eternitate / ciclicitate*

Întocmai cum a subliniat Needham, gândirea occidentală a oscilat întotdeauna între lumea ca un automat şi o teologie în care Dumnezeu conduce universul.
Ilya Prigogine

Întemeierea raţională, ca şi cea spirituală, a cunoaşterii nu s-a putut face decât prin sacrificarea temporalităţii. Reprezentările demersului raţional ca şi cele ale căii spirituale sunt atemporale.

Nu orice reprezentare a realităţii poate intra sub incidenţa procesului de cunoaştere. Distincţia aristotelică este limpede în acest sens:

> *"Orice vorbire ($\lambda o \gamma o \sigma$) are un înţeles, nu însă ca un mijloc natural, ci după cum am spus, prin convenţie. Totuşi, nu orice vorbire este un enunţ, ci numai aceea care este adevărată sau falsă."* [Aristotel DI; 4, 17a]

Deci, există înţelesuri care scapă distincţiei dintre adevărat şi fals, ieşind astfel de sub incidenţa cunoaşterii ştiinţifice, raţionale. Construcţia raţională a ştiinţei se poate realiza numai prin reprezentări ce pot fi adevărate sau false.

Prin ce sunt caracterizate reprezentările raţionale, formale, ale ştiinţei? Prin permanenţă sau evoluţie ciclică, ceea ce este tot un fel de a fi permanent (tot aşa cum permanenţa poate fi privita ca un fenomen ciclic cu o perioadă nulă sau infinită). Întemeierea antică a ştiinţelor a presupus din start o astfel de caracteristică:

> *"Deocamdată e limpede că nu exista o ştiinţă al cărei obiect să fie accidentul, căci obiectul oricărei ştiinţe este sau ceea ce are un caracter permanent sau ceea ce are loc în mai multe cazuri. Căci dacă obiectul ştiinţei n-ar întruni această calitate, cum ar putea-o învăţa sau preda? [...] Am arătat [...] ce este accidentul, care este cauza lui şi că nu este ştiinţă al cărei obiect să fie accidentul."* [Aristotel M; VI (E), 3, 1027a]

Nu putem învăţa sau preda decât despre lucruri care prezintă o anumită permanenţă sau sunt caracterizate de ciclicităţi uşor de pus in evidenţă. Nici nu ar putea avea sens învăţarea dacă nu ar putea servi la înţelegerea a ceea ce lumea este sau va fi. Cunoaşterea este utilă numai în cazul în care-l ajută pe om să se orienteze într-o lume în evoluţie. Dar această lume trebuie să fie *previzibilă*. Numai permanenţa sau ciclicităţile permit o cunoaştere atemporală, singura posibilă, dar mai ales utilă. Această concepţie aristotelică a dominat ştiinţa mai bine de două milenii.

La cealălaltă extremă, percepţia spirituală a realităţii este caracterizată, de asemenea, prin entităţi atemporale. "Adevărurile" spirituale sunt independente de timp şi caracterizează un "spaţiu" spiritual cu repere ce nu evoluează în timp. Presupusa unitate a lumii ca tot, se reflectă asupra conceptelor ce o caracterizează global. Astfel, gândul despre tot nu poate opera decât cu entităţi ce nu sunt supuse devenirii în timp. În "ordinea" spirituală timpul nu există decât sub forma *eternităţii*, spre deosebire de ordinea raţională în care timpul se manifestă sub forma *ciclicităţii*. Dar nicăieri ca timp pur şi simplu.

Cunoaştere şi timp

> *Care sunt ipotezele ştiinţei clasice de care credem că ştiinţa de azi s-a eliberat? Acestea se grupeaza mai ales în jurul convingerii fundamentale că la un anumit nivel lumea este simplă şi este guvernată de legi universale independente de timp.*
>
> Ilya Prigogine

Atât timp cât cunoaşterea nu se poate situa decât în forme ale timpului ea este condamnată să ramână trunchiată şi să se manifeste disjunct:

- printr-o raţionalitate ce cultivă timpul redus la *ciclicitate*[74]
- prin spiritualitatea ce se aşează sub imperiul eternităţii.

Dintotdeauna gânditorii au valorizat excesiv *ordinea atemporală* a lucrurilor pe care o considerau ca fiind singura demnă de a fi cunoscută. Să fie vorba de o aspiraţie inconştientă a celor ce practicau cunoaşterea sau de o neputinţă conştient asumată? Istoria confirmă faptul că:

- omul de ştiinţă a căutat sau a construit o ordine atemporală
- metafizicianul a dezvăluit sau căutat entităţi atemporale,

într-un proces în care:

- adevărurile sau construcţiile ştiinţifice "evoluează" ciclic într-o lume a **semnelor**
- valorile spirituale sunt încremenite într-o lume **simbolică**.

Este deci justificată întrebarea:

> *ce se află în spaţiul dintre* **rigoarea** *formală a semnelor şi* **sugestia** *evocativă a simbolurilor?*

Altfel spus:

> *există o cale între* **semnificaţia** *asociată semnelor si* **sensul** *cuprins in simboluri?*

Să presupunem că există. Se naşte atunci o nouă şi definitivă întrebare:

> *calea ce leagă lumea* **formală** *a semnelor de cea* **neformală** *a simbolurilor este formală sau neformală?*

La această ultimă întrebare, pusă şi într-un context ipotetic, nu mai avem un raspuns. Se pare ca între formal şi neformal, între semne şi simboluri, între ciclicitate şi eternitate, între structural şi fenomenologic, ..., nu există termeni care să medieze. Singura soluţie pe care îndrăznim să o propunem este cea a introducerii unui *al treilea termen, care nu va lega ci va echilibra numai.*

Va trebui să admitem că şi ceea ce are o **dinamicitate aciclică** se poate constitui în domeniu al cunoaşterii. În preajma lumii eterne a simbolurilor şi celei statice a semnelor va trebui să facem loc evoluţiilor **haotice**, în sensul pe care ştiinţa contemporană l-a dat termenului.

Termanul "haos" ne duce cu gândul la haosul primordial al lui Hesiod. Dar termenul este preluat în ştiinţa secolului 20 cu o semnificaţie diferită. O frumoasă definitie a haosului o dă [Gleick '89, p.306] cercetătorul chinez Hao Bai-Lin:

[74]Chiar breşa facută de termodinamică reflectă tot o aspiraţie în acest sens; ciclul lui Carnot a fost introdus pentru a facilita în primul rând o serie de tehnici prin care ireversibilitatea sa fie cât mai mult evitată; Prigogine opinează că:

> *"Termodinamica s-a constituit, aşadar, în legătură cu ireversibilitatea, dar, totodată, împotriva ei, urmărind nu cunoaşterea ci economisirea ei."* [Prigogine '79, p. 384]

"A kind of order without periodicity."

Care ar fi pe scurt caracteristicile unui fenomen haotic? Caracteristicile dominante ar putea fi următoarele:

- este un proces cu o evoluţie temporală nerepetitivă (aperiodică), fapt pentru care nu poate fi descris algoritmic (în sensul că un algoritm oferă o descriere de dimensiune *constantă* unui proces ce se poate extinde oricât)
- este un proces cu o mare sensibilitate la variaţiile condiţiilor iniţiale
- evoluţia unor procese haotice este dominată de convergenţa către "atractori", în sensul că evoluţia aciclică poate degenera într-una ciclică, nehaotică.

Haosul este un tip de ordine care evoluează după o lege ce nu poate fi exprimată condensat. În cazul fenomenelor haotice descrierea procesului are o dimensiune de acelaşi ordin de mărime cu a procesului descris. Prin ce se deosebeşte atunci de un fenomen pur aleator? Prin faptul că i se poate asocia o semnificaţie. Am putea defini haosul ca fiind:

> *un fenomen cu complexitate algoritmică* [Chaitin '77] *maximă, la limita la care mai poate avea asociat un înţeles.*

Limita dintre haos şi aleator este dată de procesele de semnificare sau evocare. Pe masură ce descrierea maximum compactată a unui proces capăta o dimensiune comparabilă cu dimensiunea procesului descris, ne apropiem de limita dintre haos şi aleator. *La această limită, ce desparte haosul de aleator, semnificaţia şi sensul pot fi greu distinse.* "Spectacolul lumii" se manifestă în acest spaţiu în care înţelesurile nu se aşează limpede în semnificaţii sau în sensuri.

Unde întâlnim acest tip de ordine haotică? O percepem în procesele reale sau o generăm prin artefacte. **Imaginarul** este cel care permite aceste întâlniri prin:

- intuiţie, în cazul cunoaşterii proceselor reale
- imaginaţie, în cazul generării artefactelor inginereşti, teoretice sau artistice.

Ordinea haorică pare a fi domeniul în care imaginarul mediază între sensuri şi semnificaţii, echilibrând astfel demersul raţional cu cel spiritual.

Care este calea pe care imaginarul se poate implica în procesul de cunoaştere? Care sunt premizele acceptării reprezentărilor haotice? Răspunsul ar putea proveni prin evidenţierea rolului timpului în lumea reconfigurată de informatică.

Timp & calcul

> *Iar încorporarea timpului în schemele conceptuale ale fizicii apare doar în actul final al unei reintroduceri progresive a istoriei în natură şi în studiile umane.*
>
> Ilya Prigogine

Cercetătorul chinez anterior citat, dorind să sublinieze caracterul post-aristotelic al acestei noi modalităţi de abordare, caracteriza fenomenele clasificate drept haotice spunând că sunt:

> *"A newly recognized and ubiquitous class of natural phenomena."* [Gleick '89, p.306]

Într-adevăr, am trăit dintotdeauna în preajma fenomenelor haotice dar le-am ignorat sau am încercat să le reducem la cele clasic abordabile. Evenimentele care au adus, în ultimele două decade, în atenţia cercetătorilor fenomenele haotice au fost:

- limitele fundamentale ale ştiinţelor structurale
- compromiterea abordărilor exclusiv spirituale (misteriene), ce au bântuit anumite cercuri culturale, dublând criza raţionalismului excesiv cu o criză a spiritualităţii, ce a pierdut, oricum, de mult legături(le) esenţiale cu *tradiţia* [Gu"enon '27]
- mutaţii de conţinut în "tehnologia" cunoaşterii prin apariţia şi dezvoltarea pe care au luat-o domenii ca matematica experimentală, modelarea şi simularea proceselor complexe, tehnici ce ar putea fi sintetizate de sintagma *experimente formale* (facilitate exclusiv de explozia ştiinţei calculatoarelor).

Începem să ne acomodăm cu gândul că lumea nu este simplă. Imaginea noastră despre lume este simplă numai din perspectiva aristotelică, reiterată imperativ de mentalitatea carteziană, ca produs al etosului protestant. Dar simţim din ce în ce mai acut că lumea este de fapt mult mai complexă decât încearcă să ne convingă descrierile impuse de lumea semnelor sau sugestiile oferite de lumea simbolurilor. Lumea semnelor nu permite descrieri complexe iar cea a simbolurilor eludează subtil prea mult din complexitatea profundă a existenţei [Ştefan '97]. Din aceste motive haosul este o promisiune prin:

- prin complexitatea algoritmică mare a reprezentărilor cu înţeles pe care le oferă
- prin capacitatea sa de a oferi un suport pentru reprezentări în care coexistă semnificaţii şi sensuri
- prin conturarea spaţiului în care se poate realiza procesul de **interpretare**, ca o "cale" ce poate lega lumea semnelor de cea a simbolurilor.

Termenul de "interpretare", anterior folosit, provine din stiinţa calculatoarelor, unde *informaţia* (o structură formală din spaţiul semnelor: programul) *este interpretată sau executată* de un procesor actualizând astfel un *conţinut semantic* printr-o *acţiune*. Mediul în care se poate realiza această operaţie este unul constituit din structurile fizice simple, recursiv definite, ale **procesoarelor**. Mediul în care se pot interpreta simbolurile este unul de mare complezitate: haosul. Se impune astfel atenţiei noastre pentada:

SIMBOL - *HAOS* - SEMN - *PROCESOR* - ACŢIUNE

în care haosul este un mediu complex, iar procesorul este unul simplu, primul mediind între simboluri şi semne pe când cel de al doilea între semne şi acţiuni. Procesorul este mediul *interpretărilor formale*, pe când haosul se poate institui într-un mediu al *interpretărilor neformale* în care imaginarul poate media între simbol în semn.

Putem rezuma spunând că, prin depăşirea *dualităţii* spirit-raţiune, cunoaşterea beneficiază de *trei* modalităţi ce permit convergenţa către o un proces *unitar*:

1. modalitatea raţională prin structurile formale din lumea semnelor

2. modalitatea imaginară prin manifestările haotice

3. modalitatea spirituală prin fenomenologia asumată simbolic.

Opinăm că prin haosul valorificat ca mediu al interpretării imaginative, nu s-a câştigat numai un al terilea termen, ci a fost refăcută sau a fost atinsă (cine poate şti?) o unitate pierdută sau o unitate către care aspirăm dintotdeauna.

Referinţe

[**Ajtai '83**] M. Ajtai, J. Komlos, E. Szemeredi: "An O(n.log n) Sorting Nerwork", *Proc. 15th Ann. ACM Symp. on Theory of Computing*, pag. 1 - 9, Boston Mass., apr. 1983.

[**Aristotel AS**] Aristotel: *Organon - Analitica secundă.*

[**Aristotel DI**] Aristotel: *Despre interpretare*

[**Aristotel M**] Aristotel: *Metafizica.*

[**Atmanspacher '94**] H. Atmanspacher: "Complexity and Meaning as a Bridge across the Carcesian Cut", in *Journal of Consciousness Studies*, vol. 1, no. 2, 1994, p. 168-181.

[**Balzac**] H. de Balzac: *Caterina de Medici*, Ed. Albatros, 1975.

[**Bardeen & Brattain '48**] J. Bardeen, W. H. Brattain: "The Transistor, a Semiconductor Triode", în *Phys. Rev.* tom 74, p. 230, 1948.

[**Blaga '26**] Lucian Blaga: *Ferestre colorate*, Ed. Librăriei Diecezane, Arad, 1926. (Retipărit în L. Blaga: *Opere 7. Eseuri*, Ed. Minerva, 1980.)

[**Blaga '64**] Lucian Blaga: *Trilogia culturii*, Ed. pentru Literatură Universală, 1969.

[**Bogdan**] Radu Bogdan: *Interpreting Minds*, MIT Press, 1997.

[**Bohm '80**] David Bohm: *Wholeness and the Impilcate Order*, Routledge & Kegan Paul, 1980.

[**Bohm '85**] David Bohm: *Unfolding Meaning. A. Weekend of Dialogue with David Bohm.* ARK Paperbacks, 1985.

[**Briggs 1624**] H. Briggs: *Arithmetica Logarithmica*, 1624.

[**Brouwer '13**] L. J. Brouwer: "Intuitionism and Formalism", *Bull. Amer. Math. Soc.*, vol. 20, 1913.

[**Bremermann '62**] H. J. Bremermann: "Optimization through evolution and recombination", în vol. ed. M. C. Yovits, S. Cameron: *Self - Organizing Systems*, Washinton DC, Spartan, 1962.

[**Casti '92**] John L. Casti: *Reality Rules: Picturing the World in Mathematics: The Fundamentals (vol. 1), The Frontier (vol.2)*, John Willey & Sons, Inc., NY, 1992.

[**Chaitin '70**] Gregory Chaitin: "To a Mathematical Definition of Life", în *ACM SICART News*, 4, 12, 1970.

[**Chaitin '77**] Gregory Chaitin: "Algorithmic Information Theory, în *IBM J. Res. Develop.* Iulie, 1977.

[**Chaitin '87**] Gregory Chaitin: *Algorithmic Information Theory*, Cambridge Univ. Press, 1987,

[**Chaitin '87a**] Gregory Chaitin: *Information, Randamness and Incompleteness-Papers on Algorithmic Theory*, World Scientific, Singapore, 1987.

[**Chaitin '90**] Gregory Chaitin: *Information, Randomness and Incompletness*, World Scientific, 1990.

[**Chaitin '92**] Gregory Chaitin: *Information - Theoretic Incompletness*, World Scientific, 1992.

[**Chaitin '94**] Gregory Chaitin: *The Limits of Mathematics*, preprint, IBM Research Division, 1994.

[**Conrad '85**] Michael Conrad: "On Design Principles for a Molecular Computer", in *Communications of the ACM*, 28, 5, May, 1985.

[**Cornwell '95**] J. Cornwell: *Nature's Imagination*, Oxford University Press, 1995.

[**Culianu '94**] Ioan Petru Culianu: *Eros şi magie în Renaştere. 1484*, Editura Nemira, 1994.

[**Davis (ed.) '65**] Martin Davis (ed.): *Basic papers on Undecidable Propositions, Unsolvable Problems and Computable Functions*, Raven Press, Hewlett, New York, 1964.

[**Descartes D**] R. Descartes: *Discurs despre metoda de a ne conduce bine raţiunea şi a căuta adevărul în ştiinţe*, traducere de Daniela Rovenţa-Frumuşani şi A. Boboc, în vol.: Descartes şi spiritul ştiinţific modern, Editura Academiei Române, 1990.

[**Dewdney '89**] A. K. Dewdney: *The Turing Omnibus. 61 Excursions in Computer Science*, Computer Science Press, 1989.

[**Dodds '51**] Eric Robertson Dodds: *Dialectica spiritului grec*, Ed. Meridiane, Bucureşti, 1983 (Traducerea lucrării *The Greeks and the Irrational*, 1951, The Regents of the University of California Press).

[**Dyson '95**] F. Dyson: "The Scientist as Rebel" in [Cornwell '95].

[**Drăgănescu '79**] Mihai Drăgănescu: *Profunzimile lumii materiale*, Editura Politică, Bucureşti, 1979.

[**Drăgănescu '83**] Mihai Drăgănescu: "Spre o teorie generală a informaţiei", Institutul Central Pentru Conducere şi Informatică, preprint, Bucureşti, mai 1983. (Reluată în [Drăgănescu '84, '85])

[**Drăgănescu '84**] Mihai Drăgănescu: "Information, Heuristics, Creation" în I. Plauder (ed.): Artificial Inteligence and Information Control Systems of Robots, Elsevier Publishers B. V. (North - Holland), 1984.

[**Drăgănescu '84a**] Mihai Drăgănescu: *Ştiinţă şi civilizaţie*, Ed. Ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1984.

[**Drăgănescu '84b**] Mihai Drăgănescu: "Function and Architecture in Functional Electronics", în *Rev. Roum. Sci. Tech. Electrotech. et Energ.*, 29, Bucureşti, 1984.

[**Drăgănescu '85**] Mihai Drăgănescu: *Ortofizica. Încercare asupra lumii şi omului din perspectiva ştiinţei contemporane*, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1985.

[**Drăgănescu '85a**] Mihai Drăgănescu: "Informaţia şi materia" , in *Contemporanul* nr. 27, 1985.

[**Drăgănescu '85b**] Mihai Drăgănescu: "Tu eşti", *România literară*, nr.35, 1985.

[**Drăgănescu '91**] Mihai Drăgănescu, Gheorghe Ştefan, Corneliu Burileanu: *Electronica funcţională*, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1991.

[**Dumitriu '73**] Anton Dumitriu: *Teoria logicii*, Ed. Academiei R. S. R., 1973.

[**Dumitriu '74**] Anton Dumitriu: *Philosophia mirabilis*, Ed. enciclopedică română, Bucureşti, 1974.

[**Dumitriu '86**] Anton Dumitriu: interviu în vol.: I. Corbea, N. Florescu: *Biografii posibile III*, 1985. ????

[**Eco '84**] Umberto Eco: *Numele trandafirului*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1984.

[**Edmonds '95**] Bruce Edmonds: "What is Complexity? - The philosophy of complexity *per se* with application to some examples in evolution", preprint, Centre for Policy Modelling, Manchester Metropolitan University, manchester, UK; E-mail: b.edmunds@ammu.ac.uk.

[**Enescu '85**] Radu Enescu: *Ab urbe condita - Eseuri despre valoarea omului şi umanismul valorilor*, Ed. Facla, 1985.

[**Engels LF**] F. Engels:*Ludwig Feuerbach şi sfârşitul filosofiei clasice germane*, Ed. Politică, 1970.

[**Feferman '86**] S. Feferman et all.: *Kurt Gödel: Collected Works I: Publications 1929-1936*, Oxford Univ. Press, New York, 1986.

[**Florian '83**] Radu Florian: *Eppur, si muove!*, Ed. Cartea românească, 1983.

[**Fulcanelli '92**] Fulcanelli: *Les Demeurs philosophales et le symbolisme hermetique dans ses rapports avec l'art sacre et l'esoterisme du grand oeuvre*, Ed. Pauvert, 1992.

[**Gleick '89**] James Gleick: *Chaos*, Cardinal, 1989.

[**Gödel '31**] Kurt Gödel: "On Formally Decidable Propositions of Principia Mathematica and Related System", lucrare publicată în 1931, retipărită în [Davis (ed.) '65]; retipărită în: [Feferman '86].

[**Gourhan '64**] A. Leroi-Gourhan: *Le geste et la parole*, Ed. Albin Michel, Paris, 1964 (traducere românească: *Gestul şi cuvântul*, Ed. Meridiane, Bucureşti, 1983.)

[**Gu"enon '27**] Ren"e Gu"enon: *Regele lumii*, Ed. Rosmarin, 1994. (ed. originală 1927)

[**Heidegger '47**] Martin Heidegger: "Scrisoare despre umanism", publicată pentru prima dată de A. Francke A. G., Bern, 1947.

[**Joyce '84**] J. Joyce: *Ulise*, Ed. Univers, Bucureşti, 1984

[**Kolmogorov '50**] A. A. Kolmogorov: *Foundations of the Theory of Probability*, New-York, Chelsea, 1950.

[**Krishnamurti '85**] J. Krishnamurti, D. Bohm: *The Ending of Time*, Harper & Row, Pub., San Francisco, 1985.

[**Leibnitz M**] G. W. Leibnitz: *Monadologia*, Editura Humanitas, 1994.

[**"Le Monde" '82**] *Întrebări pentru sfârşit de mileniu. Convorbiri cu Le Monde*, Editura Humanitas, Bucureşti, 1992 (Interviul este consemnat în mai 1982).

[**Liiceanu '81**] Gabriel Liiceanu: *Introducere în politropia omului şi a culturii*, Ed. Cartea românească, 1981.

[**Liiceanu '85**] Gabriel Liiceanu: "Filosofia şi paradigma feminină a auditoriului" în *Viaţa Românească* nr. 9, 1985.

[**Liiceanu '92**] Gabriel Liiceanu: *Cearta cu filosofia*, Editura Humanitas, Bucureşti, 1992.

[**Maliţa '93**] Mircea Maliţa: "Reflections on the Cultural Dimension of the East European Society", comunicare la seminarul internaţional *Culture: Building Stone for Europe 2002*, Bruges, noiembrie 1993.

[**Marx TF**] Karl Marx: "Teze despre Feuerbach" în Engels LF.

[**Megit '62**] J. E. Megit: "Pseudo-Division and Pseudo-Multiplication Processes", în *IBM Journal*, aprilie, 1962.

[**Moto-Oka '82**] T. Moto-Oka ed.: *Fifith Generation Computer Systems. Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Sysytems, Tokyo, Japan, October 19-22, 1981*, North-Holland Pub. Comp., 1982.

[**Muşat '86**] M. Muşat, I. Ardeleanu: *România după marea unire. Partea I. 1918-1933* Ed. Ştiinţifică, 1986.

[**Noica '70**] Constantin Noica: *Rostirea filosofică romanească*, Editura Ştiinţifică, Bucureşti, 1970.

[**Noica '78**] Constantin Noica: *Spiritul românesc în cumpătul vremii. Şase maladii ale spiritului contemporan*, Ed. Univers, Bucureşti, 1978.

[**Noica '80**] Constantin Noica: *Povestiri despre om*, Ed. Cartea Românească, 1980.

[**Noica '86**] Constantin Noica: *Scrisori despre logica lui Hermes*, Ed. Cartea Românească, 1986.

[**Piattelli-Palmarini '82**] M. Piattelli-Palmarini ed.: *Teorii ale limajului. Teorii ale învăţării. Dezbaterea dintre Jean Piaget şi Noam Chomsky*, Ed. Politică, Bucureşti, 1988. (Ediţia originală: Editions du Seuil, 1982.)

[**Platon B**] Platon: *Banchetul*.

[**Platon T**] Platon: *Timaios*.

[**Prigogine '79**] Ilya Prigogine, Isabelle Stengers: *Noua alianţă. Metamorfoza ştiinţei*, Ed. Politică, 1984. (ed. originală 1979)

[**Shannon '48**] C. Shannon: "A Mathematical Theory of Comunication" in *Bell System Tech. J.*, ??, 1948.

[**Stonier '90**] T. Stonier: *Information and the Internal Structure of the Universe. An Exploration into Information Physics*, Springer - Verlag, 1990.

[**Streinu '85**] Ileana Streinu: "Explicit Computation of an Independent Gödel Sentence", în rev. *Recursive Function Theory Newsletter*, june 1985.

[**Ştefan ' 79**] Gheorghe Ştefan: *Circuite LSI pentru procesoare*, teză de doctorat, 1979.

[**Ştefan '85**] Gheorghe Ştefan: "Limbă şi limbaje", în *Contemporanul*, nr. 28, 1985.

[**Ştefan '87**] Gheorghe Ştefan: "Ce ar putea fi electronica funcţională", în *Contemporanul*, nr. 15, 1987.

[**Ştefan '90**] Gheorghe Ştefan: "Perspective în educaţie", în *Buletinul Guvernului României*, 8 noiembrie 1990.

[**Ştefan '93**] Gheorghe Ştefan: *Introduction to Functional Design of Digital Systems*, ENPG, preprint, Grenoble, iulie 1993.

[**Ştefan '95a**] Gheorghe Ştefan: "From Research to Knowledge Overtaking the Aristotelian Cut between Theoria and Episteme", preprint, Center for New Electronic Architectures of the Romanian Academy, Sept. 1995.

[**Ştefan '95b**] Gheorghe Ştefan: "Self-Organization. A First Step Toward Transalgorithmic", submited to *Architectural Electronics*, 1995.

[**Ştefan '95c**] Gheorghe Ştefan: "Informtica şi alternativa civilizaţie-cultură", in *Revista română de informatică şi automatică*, Vol. 5, Nr. 1, 1995.

[**Ştefan '97**] Gheorghe Ştefan: "S-Domain / SP-Domain Complexity", comunicare la simpozionul *Modelarea structural fenomenologică*, organizat de Academia Română în 17 iunie 1997; în curs de publicare în revista *Noesis*.

[**Ştefan '__**] Gheorghe Ştefan: "Goethe & Mozart - vestitori de eră nouă", text ce va fi scris cândva.

[**Toth '95**] Imre Toth: *Palimpsest. Teologia negativă a triunghiului*, Ed. Humanitas, 1995.

[**Watts '50**] Alan Watts: *The Supreme Identity. An Essay on Oriental Metaphysic and the Christian Religion*, Pantheon Books Inc., 1950.

[**Wheeler '88**] J. A. Wheeler: "World as System Self-Synthetised by Quantum Networking", în IBM J. Res. Develop., vol. 32, nr. 1, ian. 1988.

[**Wiener '48**] Norbert Wiener: *Cybernetics of Control and Communication in the Animal and the Machine*, Hermann, Paris, 1848.